

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» / Russian journal of resources, conservation and recycling <http://resources.today>

2015, Том 2, №3 / 2015, Vol 2, No 3 <http://resources.today/issues/vol2-no3.html>

URL статьи: <http://resources.today/PDF/04RRO315.pdf>

DOI: 10.15862/04RRO315 (<http://dx.doi.org/10.15862/04RRO315>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Сучилин В.А., Тюменев Ю.Я. Условия работы многослойных оболочек в оборудовании влажно-тепловой обработке швейных изделий // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 2, №3 (2015)
<http://resources.today/PDF/04RRO315.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Suchilin V.A., Tyumenev Yu.Ya. [The working conditions of multilayer membranes in oborudovanie wet-heat treatment of garments] Russian journal of resources, conservation and recycling, 2015, Vol. 2, no. 3. Available at: <http://resources.today/PDF/04RRO315.pdf> (In Russ.)

УДК 629.113

Сучилин Владимир Алексеевич

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Россия, Москва
Профессор кафедры «Сервисного инжиниринга»
Доктор технических наук
E-mail: SuchilinV@mail.ru

Тюменев Юрий Якубович

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Россия, Москва
Профессор кафедры «Сервисного инжиниринга»
Кандидат технических наук
E-mail: mite1339@rambler.ru

Условия работы многослойных оболочек в оборудовании влажно-тепловой обработке швейных изделий

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы исследования свойств обтягивающих вязкоупругих материалов объемных швейных изделий. Показана роль технологий формообразования данных изделий, находящихся в предварительно деформированном состоянии.

Ключевые слова: формообразование; выпуклая оболочка; деформированное состояние; оборудование ВТО; подушки прессы

К изделиям, имеющим многослойные оболочки, можно отнести рабочие органы (подушки) прессового оборудования влажно-тепловой обработки (ВТО) швейных изделий, диваны, кресла, сидения автомашин и многие другие предметы быта, в которых присутствуют элементы конструкции, включающие тканые и нетканые материалы или кожу, образующие многослойный пакет в виде оболочки. Причем, выпуклые оболочки создаются за счет специальных технологий формообразования. В связи с этим материалы оболочек находятся, как правило, в предварительно деформированном состоянии. Нагрузка же, передаваемая на них в процессе эксплуатации, практически не является очевидной. Таким образом, для оценки эксплуатационных свойств изделий с многослойными оболочками необходимы в каждом конкретном случае специальные исследования.

Определенный интерес исследования условий функционирования подушек прессов оборудования ВТО связано со сложностью нагружения материалов многослойных оболочек, низкой долговечностью их и широким применением оборудования в швейном производстве.

Подушки пресса оборудования ВТО для обеспечения необходимых условий выполнения технологических операций прессования (глажения) изделий имеют форму выпуклой оболочки. При этом материалы пакета подушек получают нагрузку в виде распределенного по сложному закону давления со стороны верхней подушки на нижнюю. Многие вопросы механического воздействия на материалы многослойной оболочки подушек оборудования ВТО еще не исследованы. Известно лишь [1], что ресурс данных рабочих органов весьма ограничен. В условиях массового производства одежды срок службы материала покрытий подушек (обтяжки) составляет 20-30 дней.

Там же отмечается, что согласно проведенным исследованиям, перспективным пакетом, например, для нижней подушки пресса можно считать следующий состав материалов:

- амортизирующий слой, состоящий из губчатой резины с закрытыми порами;
- выравнивающий слой из высокообъемной технической ткани;
- тканевой обтяжки, получаемой из оксалоновых волокон.

На основе анализа условий функционирования оборудования ВТО и рекомендаций по оптимальному использованию свойств материалов рабочих органов прессов [1] к подобным многослойным оболочкам, на наш взгляд, необходимо предъявлять следующие основные требования:

- упругость, обеспечивающая релаксацию пакета после окончания технологической операции прессования;
- изотропность оболочки при деформации всех слоев пакета, что обеспечивает равномерность нагрузки как на материалы слоев пакета, так и на обрабатываемое изделие;
- невысокий и одинаковый уровень ползучести слоев пакета оболочки, что позволит им надежно и относительно длительно функционировать при допустимых значениях остаточной деформации;
- совместимость слоев пакета по реологическим свойствам (реологическим моделям), что обеспечивает необходимый уровень точности прогнозирования и рациональное распределение действующих сил при проектировании оболочки;
- долговечность и износостойкость каждого слоя пакета при сохранении на определенном уровне функциональных параметров;
- достаточная теплостойкость и паростойкость;
- необходимая теплопроводность и гигроскопичность;
- высокая паро- и воздухопроницаемость.

Первые пять требований относятся к категории механических требований, предъявляемых к изделиям, работающим при внешнем силовом воздействии. При оценке вопросов функционирования данного вида оборудования наиболее слабо изучены именно эти свойства пакета материалов, входящих в состав многослойных оболочек рабочих органов оборудования ВТО.

Особый интерес для исследования в отмеченных изделиях представляет материал обтяжки. Обтяжка – это наружный слой покрытия подушек прессы, сшитый по форме их и при пропаривании изделия пар через ее структуру поступает к обрабатываемому изделию (полуфабрикату), пропаривает его, переводя волокна изделия в высокоэластическое состояние. При этом материал обтяжки испытывает еще и значительные механические воздействия со стороны амортизирующих слоев верхней и нижней подушек, что является, видимо, причиной не высокой долговечности ее. Как отмечалось выше, в настоящее время для подушек прессы применяют ткань из оксолоновых волокон, отличающаяся высокой износостойкостью и молоусадочностью, но и она [1] не обеспечивает необходимого качества по критерию долговечности. В связи с этим, всестороннее изучение условий работы материалов верхнего слоя подушек прессов является важной и актуальной задачей.

Для изучения механических свойств швейных материалов целесообразно применять известное в механике сплошных сред научное направление, получившее название реология [2-3], которая использует более строгий математический аппарат, чем общая теория сопротивления материалов. В общей трактовке реология - это наука о деформациях и текучести сплошных сред, обнаруживающих упругие, пластические и вязкие свойства в различных сочетаниях [2-3].

Швейные материалы не являются однородными и изотропными средами. Но, тем не менее, реология позволяет рассматривать такую среду как сплошную. Этот подход в нашем случае дает возможность избежать трудностей, связанных с изучением специфики деформирования различных по структуре швейных материалов, и сравнительно просто описать основные черты поведения их при воздействии заданных нагрузок. Математическая модель механических свойств материала задается уравнением, связывающим напряжения и деформации, причем в это уравнение могут входить и скорости приложения напряжений, и соответствующие деформации, т.е. их производные по времени. Подобные уравнения называются реологическими уравнениями состояния материала и играют с некоторыми допущениями роль, аналогичную роли уравнений состояния идеальной жидкости и твердого тела.

Механические свойства швейных материалов включают, по мнению ряда исследователей [2-3], упругую и вязкую составляющие. Упругая составляющая, как известно, подчиняется закону Гука: $\sigma_u = E \epsilon$, где σ_u - напряжение в материале, пропорционально его деформации - ϵ ; E – модуль упругости материала.

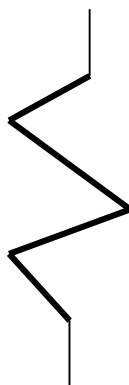


Рисунок 1. Схемное изображение упругого элемента в составе структуры швейных материалов

Вязкая же составляющая зависит от параметров внутреннего сопротивления - R и скорости деформирования $\dot{\epsilon}$, т.е. $\sigma_v = R \dot{\epsilon}$.

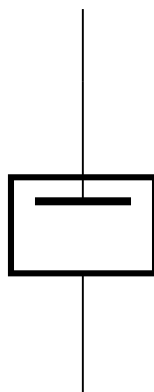


Рисунок 2. Схемное изображение вязкого элемента в составе структуры швейных материалов

Сочетание в разных вариантах этих элементов позволяет составлять физические модели различных по составу и свойствам швейных материалов и отражать их механические свойства в аналитическом виде.

Наиболее часто исследователи представляют модель швейного материала в виде параллельного их соединения (рис. 3), называемую моделью Фойгта.

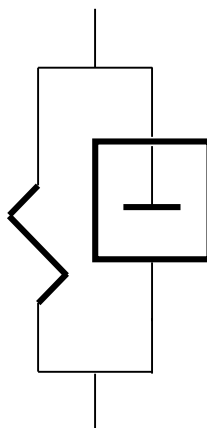


Рисунок 3. Физическая модель швейных материалов при параллельном соединении элементов структуры

Модель предполагает, что деформация обоих элементов одинакова, а напряжения в сумме составляет полное напряжение: $\sigma = \sigma_u + \sigma_v$. Следовательно, $\sigma = E \varepsilon + R \dot{\varepsilon}$ является дифференциальным уравнением, решение которого при $\sigma = \sigma_0$ имеет вид:

$$\varepsilon = \sigma_0/E + C e^{-Et/R} \quad (1)$$

Если в начальный момент времени $t = 0$ швейный материал получает силовое воздействие, приводящее к возникновению мгновенной деформации $\varepsilon = \varepsilon_0$, то

$$C = \varepsilon_0 - \sigma_0/E$$

и уравнение (1) принимает вид:

$$\varepsilon = \sigma_0/E + (\varepsilon_0 - \sigma_0/E) e^{-Et/R} \quad (2)$$

С течением времени мгновенная деформация ε_0 увеличивается и асимптотически приближается к величине σ_0/E (рис. 4).

Снятие силового воздействия, например при $t = t_1$ приводит к моменту разгрузки по зависимости:

$$\varepsilon = Ce^{-Et/R} \quad (3)$$

Учитывая, что к этому моменту деформация материала достигала значения:

$$\varepsilon l = \sigma_0/E + (\varepsilon_0 - \sigma_0/E) e^{-Et_1/R}$$

то для определения значения C в формуле (3) граничные условия будут при $t = t_1$

$$\varepsilon = \varepsilon l - \sigma_0/E.$$

Тогда $C = (\varepsilon l - \sigma_0/E) e^{-Et_1/R}$ и подстановка этого выражения в формулу (3) получаем закон изменения деформации материала при разгрузке

$$\varepsilon = (\varepsilon l - \sigma_0/E) e^{-E(t-t_1)/R} \quad (4)$$

Закон деформирования швейного материала по формуле (2) с последующей разгрузкой по формуле (4) показан на рис. 4.

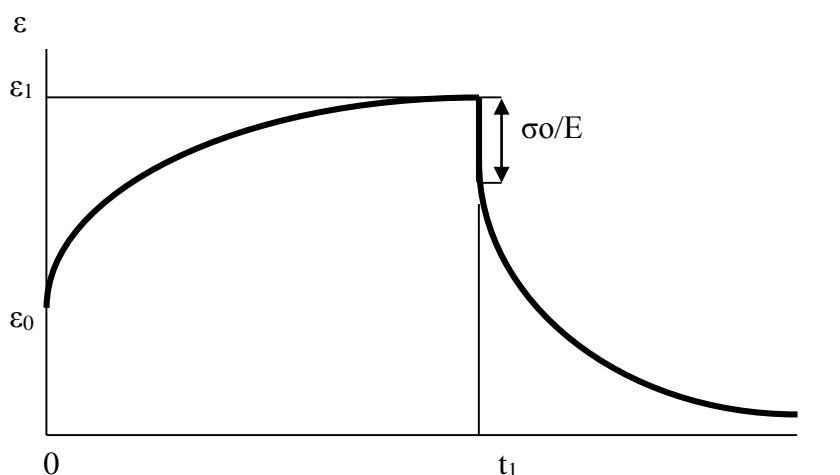


Рисунок 4. Деформация швейного материала, соответствующего физической модели Фойгта

Приведенная тут известная теория работы швейных материалов при нагружении [2-3] в целом отражает условия работы многослойной оболочки подушек прессы, однако результат процесса изнашивания верхнего слоя подушек прессы (обтяжки) значительно превышает ожидаемый. Наблюдать этот процесс в реальных условиях не представляется возможным, т.к. обтяжка подушки закрыта металлическим корпусом подушки. Из анализа внешнего вида предельного износа обтяжки можно сделать заключение, что волокна нитей материала становятся рыхлыми, а нити получают смещение относительно друг друга. Наибольший износ получили нити, расположенные в зонах максимальной кривизны оболочки подушек. Можно предположить, что в процессе эксплуатации подушек нити обтяжки за счет тепла, влаги и повышенной деформации в этих зонах теряют силы сцепления, заданные при производстве еще на ткацких станках, что приводит к их разрушению.

Видимо необходимо на этапе проектирования механических свойств подобных материалов включать в физическую модель еще и элемент с заданным трением нитей, представленный в виде двух пластин с возможностью определенного относительного скольжения (реологический элемент Сен-Венана).



Рисунок 5. Схемное изображение пластичного элемента в составе структуры швейных материалов

Известно, что определение износостойкости тканей проводят на приборе типа ТИ-1, разработанном в ЦНИИШерсти. Принцип его работы заключается в том, что образцы испытуемого материала закрепляют на рабочих головках (их две). Рабочие головки обтянуты резиной, снизу к ним подается сжатый воздух для создания давления на испытуемые образцы. При этом сверху на образцы оказывает силовое воздействие диск обтянутый серо-шинельным сукном. Диск получает вращательное движение. Испытания проводят до разрушения структуры в испытуемых образцах, что соответствует примерно 25000 оборотам диска.

Условия функционирования материалов обтяжки подушек прессы значительно отличаются от приведенных выше условий испытания материалов на изнашивание. Они заключаются как в интенсивном изнашивании при относительном скольжении обрабатываемого полуфабриката и верхнего слоя (обтяжки) подушки при оказании механических воздействий при выполнении технологической операции прессования, так и в ослаблении структуры переплетения обтяжки при прохождении через нее пара, что дополнительно приводит к снижению срока действия данного слоя материала.

В связи с этим авторами предлагается принципиальная схема установки для испытания износостойкости материалов обтяжки оборудования ВТО, где реализуются отмеченные условия изнашивания. [4] Работа установки заключается в следующем (рис. 6):

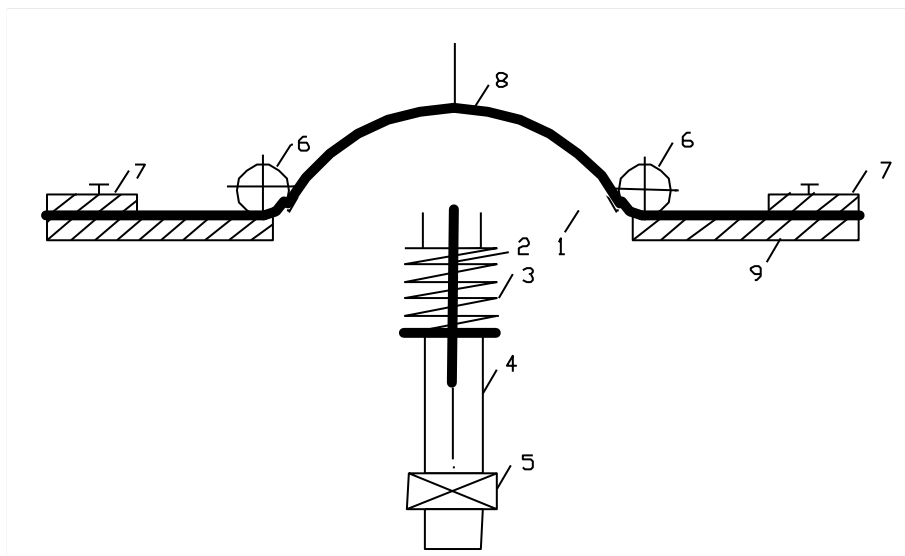


Рисунок 6. Принципиальная схема установки для испытания материалов обтяжки подушек прессы ВТО на изнашивание

Испытуемый материал 8 закрепляют на столе 9 с помощью планок 7 и прижимают валиками 6, обтянутыми серо-шинельным сукном. Снизу подводят рабочий орган в виде пуансона 1 полусферической формы. Пуансон 1 с металлическим штоком 2 подпружинен цилиндрической пружиной 3. Свободный конец штока 2 проведен в сердечник 4 катушки 5, образующий с ней электровибратор. Параметры электровибратора (цикличность) и валиков 6 (усилие прижатия) регулируемы.

В процессе испытания пуансон 1 осуществляет циклическое воздействие на материал 8, который деформируется и истирается в зоне взаимодействия с валиками 6 имитируя процесс изнашивания материала обтяжки от действия обрабатываемого полуфабриката, располагаемого между верхней и нижней подушками. Одновременно в зону действия валиков 6 подается пар от парогенератора типа (на рис. не показано). Установка позволяет оценивать различные материалы обтяжки по критерию износостойкости, имитируя с большой точностью реальные условия эксплуатации материалов обтяжки рабочих органов оборудования ВТО.

Таким образом, приведенная установка позволяет визуально проследить процесс изнашивания верхнего слоя подушки пресса, осуществлять также проведение ускоренных испытаний различных тканей и нетканых материалов, что важно оценивать ресурс материалов еще на этапе выбора их по механическим показателям и, следовательно, проектировать более надежное оборудование ВТО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черепенько А.П. и др. Влажно-тепловая обработка швейных изделий. Учебное пособие. Орловский государственный технический университет. Орел: 1995, 165 с.
2. Самуль В.И. Основы теории упругости и пластичности. – М.: Высш. школа, 1982. – 264 с.
3. Абрамов В.Ф., Костылева В.В. и др. Технологические процессы производства изделий легкой промышленности. – М.: МГУДТ, 2003. – 572 с.
4. Сучилин В.А, Архипова Т.Н., Лунюшкина Т.В. Устройство для механических испытаний швейных материалов и соединений. Патент РФ №2 336 517, Бюл. №29, 2008.

Suchilin Vladimir Alekseevich

Russian state university of tourism and service, Russia, Moscow
E-mail: SuchilinV@mail.ru

Tyumenev Yuriy Yakubovich

Russian state university of tourism and service, Russia, Moscow
E-mail: mite1339@rambler.ru

The working conditions of multilayer membranes in oborudovanie wet-heat treatment of garments

Abstract. The article discusses the study of the properties of viscoelastic materials tight voluminous garments. The role of technologies of formation of these products that are in pre-deformed condition.

Keywords: morphogenesis; convex hull; deformed condition; the equipment; the WTO; the pillow press

REFERENCES

1. Cherepen'ko A.P. i dr. Vlazhno-teplovaya obrabotka shveynykh izdeliy. Uchebnoe posobie. Orlovskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet. Orel: 1995, 165 s.
2. Samul' V.I. Osnovy teorii uprugosti i plastichnosti. – M.: Vyssh. shkola, 1982. – 264 s.
3. Abramov V.F., Kostyleva V.V. i dr. Tekhnologicheskie protsessy proizvodstva izdeliy legkoy promyshlennosti. – M.: MGUDT, 2003. – 572 s.
4. Suchilin V.A, Arkhipova T.N., Lunyushkina T.V. Ustroystvo dlya mekhanicheskikh ispytaniy shveynykh materialov i soedineniy. Patent RF №2 336 517, Byul. №29, 2008.