

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2022, №3, Том 7 / 2022, No 3, Vol 7 <https://kostumologiya.ru/issue-3-2022.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/18TLKL322.pdf>

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Шаехов, М. Ф. Изменение адгезионных свойств ABS пластика с тканью после модификации ВЧЕ разряде пониженного давления / М. Ф. Шаехов, В. А. Сысоев, Е. А. Сухих // Костюмология. — 2022. — Т. 7. — № 3. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/18TLKL322.pdf>

**For citation:**

Shaekhov M.F., Sysoev V.A., Sukhikh E.A. Changes in the adhesive properties of ABS plastic with fabric after modification by a low-pressure RF discharge. *Journal of Clothing Science*, 3(7): 18TLKL322. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/18TLKL322.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

**Шаехов Марс Фаритович**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия  
Профессор кафедры «Плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов»  
Доктор технических наук  
E-mail: shaechov@kstu.ru

**Сысоев Владислав Александрович**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия  
Профессор кафедры «Плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов»,  
декан факультета «Наноматериалов и нанотехнологий»  
Доктор технических наук, доцент  
E-mail: sisoev@kstu.ru

**Сухих Егор Адександрович**

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Казань, Россия

## **Изменение адгезионных свойств ABS пластика с тканью после модификации ВЧЕ разряде пониженного давления**

**Аннотация.** Проведены экспериментальные исследования свойств образцов ABS пластика, предлагаемых для дизайнерской одежды, модифицированных ВЧЕ разрядом пониженного давления. Проведена оценка изменения краевого угла смачивания и адгезионной прочности клеевого соединения ABS пластика и ткани.

Перспектива внедрения технологии печати в производство одежды очень актуальна. В данный промежуток времени технологии 3D печати пользуются большим успехом на подиумах и показах современных модных домов.

В дизайнерской одежде все больше начинают применять изделия напечатанные на 3D принтере и тканевыми подкладками что было представлено на Неделе моды в Нью-Йорке Джулия Дэвий выпустила первую в США функциональную женскую коллекцию одежды с использованием широкоформатной 3D печати с тканевыми подкладками и роскошной отделкой, которые отвечают самым высоким экологическим и этическим стандартам. Конструкция юбки была разработана и произведена в США с использованием новаторской технологии, изобретенной и запатентованной Джулией Дэвий.

Однако синтетические материалы, доступные для 3D-печати, не являются достаточно гибкими и достаточно удобными для использования в качестве текстиля или одежды, низкие показатели адгезии полимера к ткани.

**Ключевые слова:** технология печати; 3D-печать; дизайнерская одежда; текстиль; ABS пластик; адгезионные свойства; Джулия Дэвий; технологии; качество; исследования

## Введение

Аддитивные технологии находят все большее применение во всех сферах жизни человека. Особенностью 3D печати является создание эксклюзивных деталей и изделий, спроектированных с использованием компьютерных технологий. Себестоимость изделий созданных аддитивным производством остаются неизменными и оправдывается до 2,0–2,5 тыс. изделий [1], это целесообразно использовать в легкой промышленности.

Аддитивные технологии нашли свое место и в индустрии моды [2–4]. Их применение дает неоспоримые преимущества: новые технологические решения, возможность кастомизации промышленных моделей одежды, разнообразие применяемых материалов и их экономичное использование, а также свободу творчества.

Недостатком одежды, созданной на основе аддитивной технологии, является прилипание к телу и материалы не очень приятны на ощупь.

В дизайнерской одежде все больше начинают применять изделия напечатанные на 3D принтере и тканевыми подкладками, что было представлено на Неделе моды в Нью-Йорке Джулия Дэвий [5]. Она выпустила первую в США функциональную женскую коллекцию одежды с использованием широкоформатной 3D печати с тканевыми подкладками и роскошной отделкой, которые отвечают самым высоким экологическим и этическим стандартам. Применяют элементы аддитивной печати как элементы декора на одежде. Предложено несколько способов соединения с использованием дополнительных материалов и фурнитуры: проволоки, текстиля, нитки-резинки, шнура, металлических колец и полуколец, магнитных застежек и кнопок [4].

Однако у полимеров плохая адгезия к клеявым соединениям, в связи с чем 3D в изделиях затруднительно совместное использование в качестве подкладки ткани. Решить данную проблему можно с использованием плазменных технологий, которая находит свое применение в текстильной промышленности [6–8], которая применяется для улучшения окрашивания. Также плазменная технология применяется для увеличения адгезии к полимерам [9; 10].

## Объекты и методы исследования

Объектом исследования служил ABS пластик, полученный по технологии FDM на 3D принтере Picasso DESIGNER x pro.

Склеивающим концентратом ABS пластика и ткани в данном исследовании является клей Момент «Кристалл» на полиуретановой основе. Преимущество данного клея является его прозрачность. Не содержит в составе толуол и ацетон.

Для определения механических характеристик адгезии ABS пластика и клея использовали белую джинсовую ткань.

Адгезию клея к ABS пластику определяли в соответствии с ГОСТ ИСО 2411-2014 с использованием настольной разрывной машины Shimadzu AGS — 50kNX. Пластик зажимали к неподвижным тискам, а ткань к подвижной части.

Краевой угол смачивания измеряли в соответствии с ГОСТ 7934.2-74 с использованием прибора Drop shape analyzer DSA25, в качестве измерительной жидкости использовалась дистиллированная вода. Время установления капли 2 мин.

Модификацию поверхности ABS пластика проводили с использованием ВЧЕ разряда пониженного давления с плоскопараллельными электродами на установке, описанной в работе [11], частота генератора 13,56 МГц. Она позволяет активировать поверхность материала без понижения механических характеристик полимера.

Режимы модификации ABS пластика: Давление в камере 10–100 Па, плазмообразующий газ — воздух, расход воздуха 0,04 г/с, мощность разряда 1 кВт и 2 кВт, время обработки 3 минуты.

### Экспериментальные исследования

Поверхности ABS пластика отличаются в соответствии технологическими особенностями изготовления пластин. Пластина выращивается на гладкой поверхности и поэтому эта сторона имеет гладкую структуру, а вторая сторона шероховатая с характерным рисунком. Поэтому измерения проводили с обеих сторон образца.

Проведенные исследования формы капли дистиллированной воды на поверхности пластины можно наблюдать уменьшение краевого угла смачивания от увеличения мощности вкладываемый в разряд (табл. 1).

Таблица 1

#### Результаты измерения краевого угла смачивания

Образец	Среднее значение краевого угла
Контрольный (гладкая сторона)	58,75
Контрольный (шероховатая сторона)	67,2
1,0 кВт (гладкая сторона)	23,2
1,0 кВт (шероховатая сторона)	58,75
2,0 кВт (гладкая сторона)	13,3
2,0 кВт (шероховатая сторона)	48,45

Во время плазменной модификации при использовании в качестве плазмообразующего газа воздух, предположительно происходит образование радикальных групп  $\text{OH}^\cdot$  за счет которого уменьшается краевой угол смачивания.

Проведены исследования по определению адгезию клея к ABS пластику с использованием разрывной машины.

В результате измерения адгезионную прочность клеевого соединения ABS пластика и ткани наблюдается повышение прочности и коэффициента удлинения полученной матрицы от мощности, вкладываемой в разряд (табл. 2).

Таблица 2

#### Результаты испытаний адгезионной нагрузки

Образец	Максимальная сила адгезии, Н	Максимальное удлинение, мм
Контрольный (гладкая сторона)	118,669	87,2333
Контрольный (шероховатая сторона)	81,0671	122,85
1000 Вт (гладкая сторона)	175,46	149,117
1000 Вт (шероховатая сторона)	115,236	188,767
2000 Вт (гладкая сторона)	168,202	74,9831
2000 Вт (шероховатая сторона)	185,825	76,2833

У образцов ABS пластика красного цвета наблюдаются на клеевом слое красные пятна, что свидетельствует некачественной структуре пластика.



*Рисунок 1. Структура разрыва при испытании на адгезионную прочность*

Исследование проведено с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Наноматериалы и нанотехнологии» Казанского национального исследовательского технологического университета.

### **Выводы**

Проведенные исследования показывают возможность регулирования адгезионной прочности и максимального удлинения клевого соединения в зависимости от режимов обработки ABS пластика полученного на 3D принтере с тканью для создания дизайнерской одежды. При вкладываемой мощности 1,0 кВт повышается прочность соединения на 45 % и увеличивается эластичность на 60 %.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Дожделев А.М. Особенности 3D печати металлических изделий / Дожделев А.М., Лаврентьев А.Ю. // International Journal of Humanities and Natural Sciences — 2021. — Т. 57 — № 6 — С.18–20.
2. Никитина Л.Л. Перспективы использования современных технологий 3D-печати в производстве изделий легкой промышленности из полимерных материалов / Никитина Л.Л., Гаврилова О.Е. // Вестник технологического университета — 2015. — Т. 18 — № 7 — С. 224–226.
3. Li Y. Dispenser-printed sound-emitting fabrics for applications in the creative fashion and smart architecture industry / Li Y., Torah R., Wei Y., Grabham N., Tudor J. // Journal of the Textile Institute — 2019. — Т. 110 — № 1 — С. 1–9.
4. Рассадина С.П. Применение аддитивных технологий при создании модульных авторских фактур в дизайне одежды / Рассадина С.П., Пугачёва И.Б., Короткова Ю.Н. // Архитектон: известия вузов — 2019. — Т. 68 — № 4 — С. 1–12.
5. Колиева Ф.А. Перспективы применения 3D печати при проектировании предметов одежды / Колиева Ф.А., Гобеева А.В., Гркиян А.О., Гетманцева В.В. // Научный журнал «Костюмология» — 2021. — Т. 6 — № 1.
6. Plasma technologies for textiles // под ред. R. Shishoo. — Cambridge England, 2007. — 353 с.

7. Гришанова И.А. Плазменная модификация волокнистых текстильных материалов в высокочастотном емкостном разряде / под ред. А.А. Горохов. Курск: Закрытое акционерное общество “Университетская книга”, 2014. — 309–31 с.
8. Акулова М.В. Применение тлеющего разряда в текстильной и строительной промышленности / М.В. Акулова, Б.Н. Мельников, С.В. Федосов, Л.В. Шарнина — Иваново: Иван. гос. хим.-техн. ун-т., 2008. — 232 с.
9. Garifullin A.R. Modification of carbon fabrics by radio-frequency capacitive discharge at low pressure to regulate mechanical properties of carbon fiber reinforced plastics based on it / Garifullin A.R., Krasina I.V., Skidchenko E.A., Shaekhov M.F., Tikhonova N.V. // Journal of Physics: Conference Series — 2017. — Т. 789 — № 1 — С. 012014.
10. Кудинов В.В. Оценка физико — химического взаимодействия между волокном и матрицей при получении композиционных материалов, армированных высокопрочными высокомолекулярными полиэтиленовыми волокнами / Кудинов В.В., Корнеева Н.В., Шаехов М.Ф. // Физика и химия обработки материалов — 2005. — № 4 — С. 58–61.
11. Гарифуллин А.Р. Исследование механических свойств углепластиков на основе углеродных тканей, модифицированных низкотемпературной плазмой / Гарифуллин А.Р., Каримуллин И.И., Карноухов А.Е., Шаехов М.Ф. // Вестник Технологического университета — 2016. — Т. 19 — № 22 — С. 20–22.

**Shaekhov Mars Faritovich**

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia  
E-mail: shaekhov@kstu.ru

**Sysoev Vladislav Aleksandrovich**

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia  
E-mail: sisoev@kstu.ru

**Sukhikh Egor Adeksandrovich**

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

## **Changes in the adhesive properties of ABS plastic with fabric after modification by a low-pressure RF discharge**

**Abstract.** Experimental studies of the properties of ABS plastic samples, proposed for designer clothes, modified by a low-pressure high-frequency discharge were carried out. The change in the wetting angle and adhesive strength of the adhesive bond between ABS plastic and fabric was evaluated.

The prospect of introducing printing technology into the production of clothing is very relevant. In this period of time, 3D printing technologies are very successful on the catwalks and shows of modern fashion houses.

Designer apparel is increasingly adopting 3D printed garments with fabric linings as showcased at New York Fashion Week Julia Daviey launched the first functional women's clothing collection in the US using large format 3D printing with fabric linings and luxurious finishes that meet the most high environmental and ethical standards. The skirt was designed and manufactured in the USA using an innovative technology invented and patented by Julia Davy.

However, the synthetic materials available for 3D printing are not flexible enough and comfortable enough to be used as textiles or clothing, and polymer adhesion to fabric is poor.

**Keywords:** printing technology; 3D printing; designer clothing; textile; ABS plastic; adhesive properties; Julia Davy; technology; quality; research