

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАКЛАДКИ ДЛЯ ФЛЕКСОМЕТРА МЕТОДОМ СКОРОСТНОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

*Довыденкова В.П., к.т.н., доц., Чайковский К.Д., студ.,
Панкевич Д.К., к.т.н., доц., Гришаев А.Н., ст. преп.*

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. *Статья посвящена разработке накладок для флексометра методом FDM-печати. Установлено, что в реальных условиях эксплуатации накладки, разработанные с применением аддитивных технологий, устойчивы к воздействию низких и высоких температур, удобно крепятся, не деформируются, не повреждают исследуемые текстильные материалы, не оказывают существенной нагрузки на главный вал флексометра. Накладки позволяют выполнять испытания текстильных материалов по стандартной методике, что делает их пригодными для использования по назначению.*

Ключевые слова: аддитивное производство, FDM печать, флексометр, мембранные материалы, исследование.

Аддитивное производство является одним из перспективных и инновационных способов безотходного получения изделий различного уровня сложности и функционального назначения. В настоящее время аддитивное производство насчитывают несколько технологий 3D-печати, отличающихся по видам используемых материалов.

Наиболее активно используемой, доступной и относительно дешевой технологией является 3D-печать методом послойного наплавления (fused deposition modeling, сокращенно FDM), сущность которой заключается в создании трехмерных объектов за счет нанесения последовательных слоев расплавленного полимерного материала, повторяющих контуры цифровой модели. Как правило, в качестве материалов для печати выступают термопластики, поставляемые в виде катушек нитей или прутков.

Изделия, получаемые посредством FDM печати, традиционно используются в различных отраслях народного хозяйства: быту, сфере дизайна, индустрии развлечений, а также автомобилестроении, архитектуре. Кроме того, данная технология 3D-печати позволяет осуществлять скоростное прототипирование конструкций крупногабаритных и функциональных изделий, в том числе при разработке нового или доработке существующего испытательного оборудования для проведения научных исследований.

Статья посвящена разработке накладки для флексометра испытательного прибора типа ИПК-2М [1], который применяется для испытания текстильных материалов и кожи на устойчивость к многоцикловому изгибу в различных температурно-влажностных условиях.

Актуальность данной разработки связана с тем, что металлические зажимы флексометра в силу особенностей конструктивного решения при проведении испытаний быстро разрушают образец в точке его соприкосновения с острым краем подвижного зажима. При исследовании кож такого эффекта не наблюдается вследствие значительной толщины материала, но при испытании текстильных материалов эта особенность конструкции подвижного зажима не позволяет получать достоверные результаты испытаний, соответствующие реальным условиям эксплуатации.

Метод скоростного (быстрого) прототипирования предполагает создание 3D-модели будущего изделия, сохранение математической модели в удобном формате и ее печать на 3D-принтере.

Разработка 3D-модели накладки для флексометра выполнялась в SolidWorks, представляющей собой систему автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки производства изделий любого назначения.

Конструкция накладки должна была обеспечить:

- сгибание материала в соответствии с ГОСТ 5402-1-2014 [2];
- минимально возможную материалоемкость;
- печать на 3D-принтере, а также возможность изготовления изделия различными технологиями аддитивного производства;
- соответствие габаритным размерам зажима (рис. 1) и возможность ее фиксации вместе с зажимом к зажимной пластине при помощи болта.

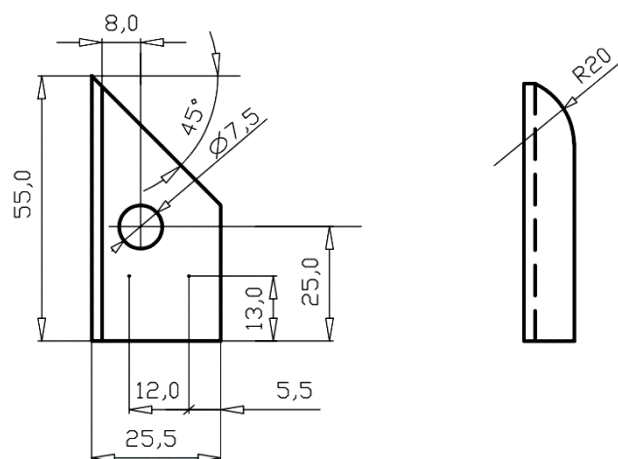


Рисунок 1 – Конструктивное решение и гарбаритные размеры зажима флексометра

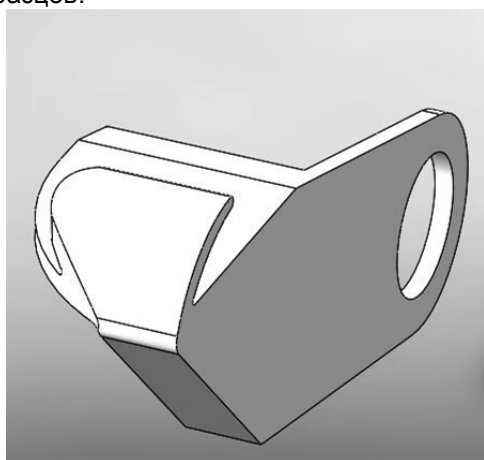
При выборе материала для печати учитывались требования:

- экологической безопасности;
- биологической и химической инертности;
- целевое назначение наклейки: проведение испытаний при температуре от 0 до ± 35 °C с отклонением ± 5 °C от указанного значения, относительной влажности воздуха от 0 до 100 %, с учетом количества циклов сгибания в сухом состоянии от 500 до 250000, во влажном – от 500 до 50000 циклов.

С применением метода быстрого прототипирования в среде автоматизированного проектирования SolidWorks была разработана 3D-модель наклейки для флексометра прибора ИПК-2М (рис. 2 а). В качестве материала для печати выбран пластик ABC Plus, который обладает высокой механической прочностью, ударопрочностью при низких температурах, устойчивостью к воздействию воды, неорганических солей, щелочей и кислот. Температура стеклования пластика ABC Plus составляет 105 °C, поэтому он может быть использован для изготовления не только прототипов, но и функциональных 3D печатных деталей [3]. Данный пластик является достаточно технологичным, поэтому процесс печати и постобработка деталей не вызывает особых затруднений.

Внешний вид наклейки для флексометра, распечатанной методом послойного наплавления, представлен на рисунке 2 б.

Разработанные наклейки использовали для исследования морозостойкости мембранных текстильных материалов с поверхностной плотностью от 110 г/м² до 320 г/м² толщиной от 0,08 мм до 0,6 мм, выработанных как на тканой, так и трикотажной основе. Материалы подвергали 30 000 циклов изгиба в диапазоне температур от 0 до ± 35 °C. В процессе проведения эксперимента применяли как сухие, так и увлажненные точечные пробы образцов.



а



б

Рисунок 2 – Наклейка для флексометра прибора ИПК-2М:
а – 3D-модель; б – натурный образец

Отмечено, что использование разработанной накладки приводит к более равномерному распределению пробы относительно подвижного зажима, исключает возникавшее ранее (без применения накладки) соскальзывание образца с подвижного зажима, способствует формированию бегущей складки нужной формы в соответствии с требованиями стандартной методики испытаний.

Визуальная оценка образцов на предмет повреждения изнаночной стороны гранями накладки или подвижного зажима после проведения испытаний показала отсутствие каких-либо повреждений или потертостей. Не установлено затягивания нитей при исследовании трехслойных образцов мембранных материалов, изнаночная сторона которых покрыта тканым или трикотажным слоем. Видимых дефектов, причиной появления которых стало бы зажимное устройство, не обнаружено и при тестировании двухслойных образцов, изнаночная сторона которых представляет собой лист полимерной мембраны.

Экспериментальные исследования, проведенные с использованием разработанных накладок, показали целесообразность их проектирования. Накладки, изготовленные методом 3D-печати из пластика ABC Plus, хорошо выдерживают низкие и высокие температуры, удобно крепятся и фиксируются одним болтом одновременно с фиксацией образца, не растрескиваются, не деформируются, не повреждают исследуемые текстильные материалы. Благодаря минимальной материалоемкости и легкости накладки не оказывают существенной нагрузки на главный вал флексометра, что делает их пригодными для использования по назначению.

Список использованных источников

1. Прибор для испытания покрытия на коже на многократный изгиб марки ИПК-2М : паспорт ИПК-2М 00.000 ПС. – Завод «Ивмашприбор», 1974. – 16 л.
2. Кожа. Определение прочности на изгиб. Часть 1. Метод с применением флексометра : ГОСТ ISO 5402-1-2014 = ISO 5402-1:2011. – Введ. 01.01.2016. – М. : Стандартиформ, 2015. – 8 с.
3. ABS-пластик для 3D-печати. Описание и Сравнение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// https://3d4u.com.ua/ru/blog/post/4-abs-plastik-dlya-3d-pechati-opisanie-i-sravnenie](http://https://3d4u.com.ua/ru/blog/post/4-abs-plastik-dlya-3d-pechati-opisanie-i-sravnenie). – Дата доступа: 10.05.2020.

УДК 004.356.2

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ковчур А.С., к.т.н., доц., Ширяев П.С., маг.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрен алгоритм топологической оптимизации с наилучшим распределением материала в пределах заданной цели и системы ограничений. Производится анализ и постепенное варьирование целевого объема материала при удалении его части, при этом производится поиск оптимальных целевых параметров, таких как масса, перемещение или податливость, и обеспечивая одновременное соответствие заданным требованиям и удовлетворение системы ограничений на максимальные допускаемые напряжения или перемещения.

Ключевые слова: топологическая оптимизация, параметры, усилия, напряжения, перемещение.

Сталкивались ли вы с ситуацией, когда для улучшения существующей конструкции необходимо прибегать к принципиально новым идеям? Или, быть может, вам знакома ситуация, когда перед вами поставлена задача спроектировать принципиально новую деталь, которую необходимо вписать в ограниченное пространство, сделать легкой и долговечной, а у вас есть лишь общее представление о том, как эта деталь должна выглядеть? Зачастую детали проектируются путем улучшения уже существующих. В таком случае размеры и прочие исходные данные можно использовать в качестве параметров и провести параметрическую оптимизацию. В случае же, когда вы не можете опереться на существующую деталь, обычно разрабатывается одна-две концепции, для которых