

Таблица 1 – Сравнительные результаты расчетов исходного и предлагаемого вариантов исполнения конвективного пучка труб котельного агрегата КВГМ-100

Параметры	Исходный вариант исполнения	Предлагаемый вариант исполнения
Наружный диаметр труб d_2 , мм	28	38
Толщина стенки труб δ , мм	3	4
Внутренний диаметр труб d_1 , мм	22	30
Продольный шаг труб h_x , мм	40	80
Поперечный шаг труб h_y , мм	64	64
Коэффициент увеличения поверхности ψ	56,7	59,1
Коэффициент оребрения ϕ	44,5	46,6
Наружный диаметр оребрения d_{2p} , мм	49,7	62,1
Линейная плотность теплового потока до оребрения q_i , Вт/м	3271,8	4034,2
Линейная плотность теплового потока после оребрения q_i' , Вт/м	69325,5	100653,0

Таким образом, замена в конвективном пучке котельного агрегата КВГМ-100 гладких труб наружным диаметром 28 мм на оребренные трубы наружным диаметром 38 мм с коэффициентом оребрения $\phi = 46,6$ позволяет повысить плотность передаваемого теплового потока в 30 раз, с 3271,8 Вт/м до 100653,0 Вт/м. Такая эффективность теплообмена в конвективном пучке обеспечит повышение КПД котла в целом и, следовательно, снижение потребления топлива котельной. Например, на котельной «Южная» (г.Витебск) котлы КВГМ-100 потребляют свыше 10 тыс. т.у.т. в год, поэтому мероприятия по модернизации этих котлов способны обеспечить экономию сотен т.у.т.

Список использованных источников

1. Нащокин, В. В. (2018), Техническая термодинамика и теплопередача / В. В. Нащокин. – Москва. – 469 с.
2. Лебедев, В. М. (2017), Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности / В. М. Лебедев. – Москва. – 208 с.

УДК 004.356.2

СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО АДДИТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Ковчур А.С., к.т.н., доц., Марушко Е.И., студ., Михнов Т.В., студ., Щербатый А.О., студ.

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

Реферат. В статье рассмотрена методика проектирования лабораторного стенда с учетом оптимизации расхода материала, времени печати, анализа деталей и образцов для испытаний изделий с использованием современных программных продуктов. Описана адаптация возможностей лабораторного стенда под требования проведения стандартных испытаний на растяжение.

Ключевые слова: 3D-печать, материалы для аддитивного синтеза, оптимизация, прочностные характеристики, напряжения.

Задачи изучения дисциплины «Материалы аддитивного синтеза» – дать обучающимся студентам специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» систематические сведения о группах материалов (металлах, полимерах, композиционных материалах, керамике); общих закономерностях формирования структуры

органических и неорганических материалов; технологиях получения, структуре и свойствах материала в изделии, полученном по аддитивным технологиям с целью обоснования оптимальных технологических параметров и показателей свойств при создании изделий.

Несмотря на большие имитационно-моделирующие возможности современных цифровых методик обучения при изучении дисциплин материаловедческого характера, направление личностного визуально-тактильного участия обучающихся при выполнении лабораторных и практических работ играет значительную роль в корректном восприятии учебного материала.

Было получено задание разработать лабораторную установку (стенд) для проверки прочностных характеристик изделий из полимерных материалов, полученных с использованием 3D-печати. Был выбран принцип разрыва заготовок, спроектированных для испытаний по ГОСТ 11262-80, с условием адаптации к разработанной конструкции. Разработанная конструкция стенда представлена на рисунке 1. Конструкция собирается при помощи болтовых соединений.

В качестве измерительного прибора применяются электронные весы, так как они наиболее недорогой и простой в использовании измерительный прибор. Шпилька (4) была изготовлена из стали. В качестве направляющих (2,3) применяются трубы из ПВХ.

Проектирование элементов стенда было выполнено на базе CAD системы Autodesk Fusion 360. Большинство элементов данного стенда изготавливались методом 3D-печати.

Перед началом печати изначальные элементы конструкции стенда (рис. 2) подверглись оптимизации, для уменьшения расхода материала и времени печати. С целью корректной оптимизации был проведён анализ элементов конструкции на базе CAD системы Fusion 360 от Autodesk. На рисунке 3 показан пример анализа на базе элемента каретка – красным цветом выделены зоны, которые подвергаются наибольшей нагрузкой, а синей – наименьшей. За счёт данного анализа и проводилась оптимизация компонентов: зоны красного цвета укреплялись, а от зоны синего цвета вырезались, но так чтобы не нарушить общую геометрию детали. В качестве материала для 3D-печати применялись ABS и PLA пластики.

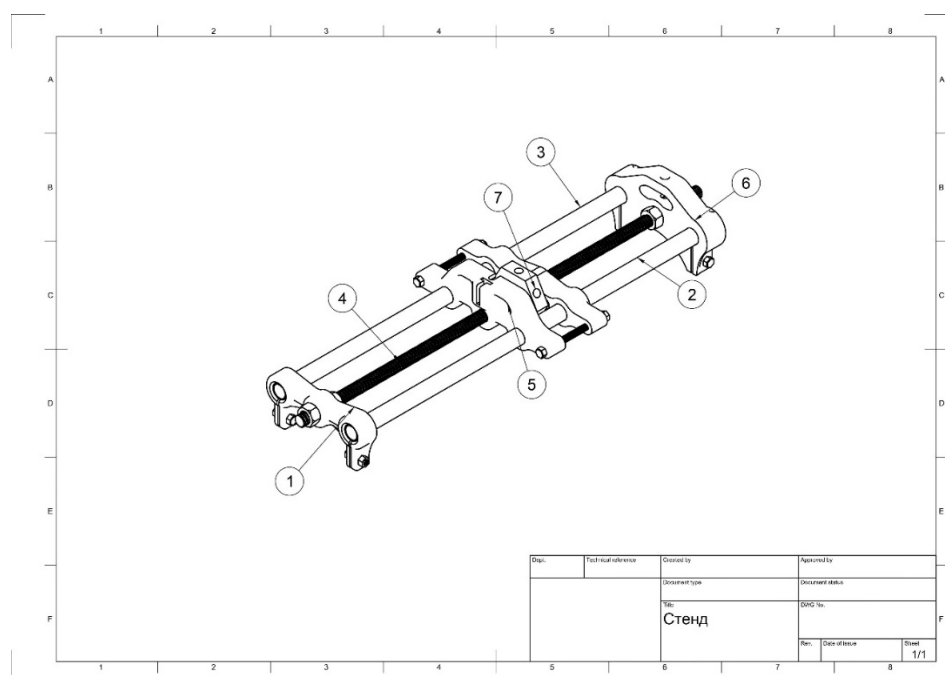


Рисунок 1 – Сборочный чертёж стенда: 1 – стойка; 2, 3 – направляющие; 4 – шпилька; 5 – каретка; 6 – стойка с креплением под измерительный прибор; 7 – колесо

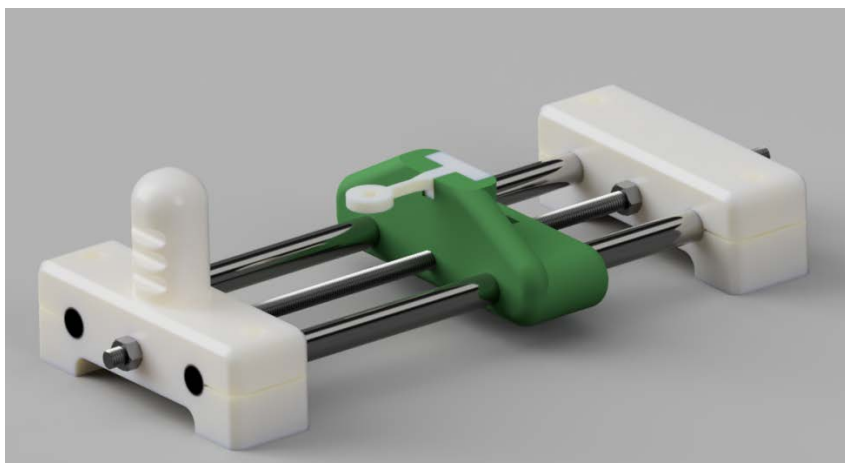


Рисунок 2 – Фотореалистичный вид станда до оптимизации

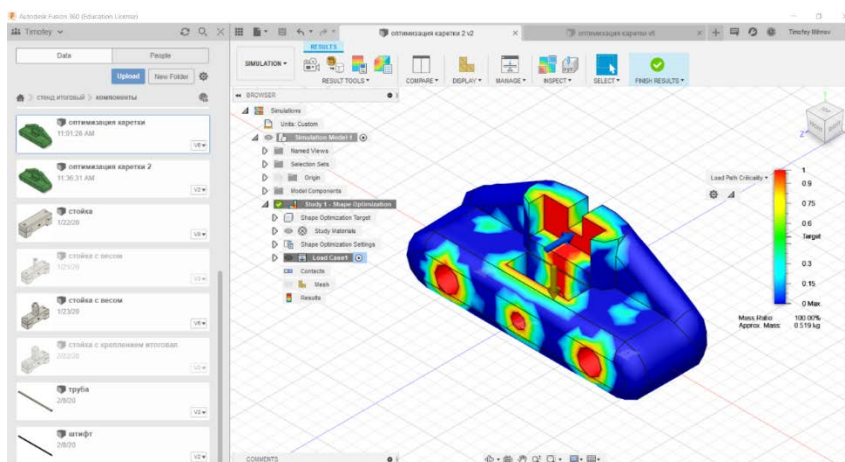


Рисунок 3 – Пример анализа детали каретка

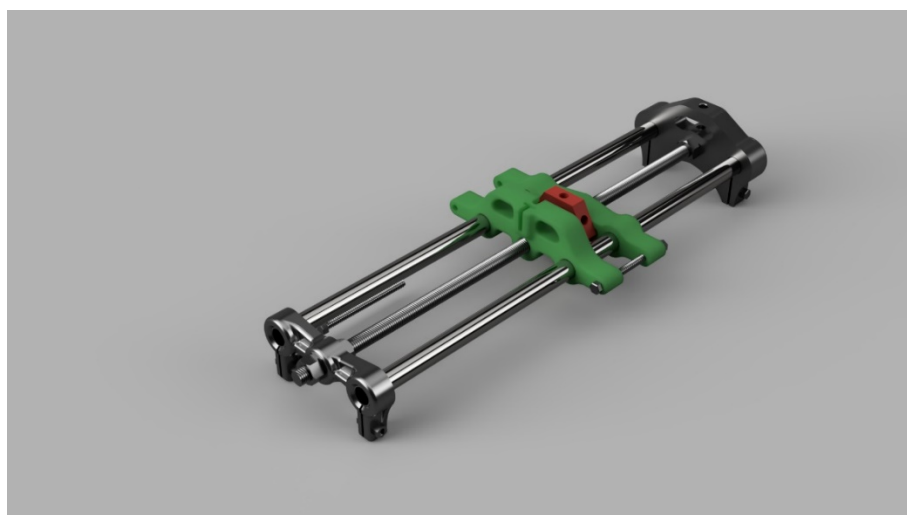


Рисунок 4 – Фотореалистичный вид станда после оптимизации

Принцип работы станда заключается в следующем: заготовка, спроектированная для испытаний по ГОСТ 11262-80, закрепляется в каретке. В отверстие заготовки крепится крюк от измерительного прибора. Сам измерительный прибор закрепляется на одну из стоек. Путем вращения колеса каретка перемещается, растягивая заготовку. При испытании

измеряют нагрузку и удлинение образца непрерывно или в момент достижения предела текучести, максимальной нагрузки, в момент разрушения образца. Для образцов, удлиняющихся с образованием шейки, следует учитывать также результаты, полученные на образцах, у которых шейка распространилась за пределы рабочей части образца, но разрушение его произошло не в месте соприкосновения зажима с образцом. При достижении определённой нагрузки происходит разрушение образца. Для получения корректных результатов, ввиду скоротечности процесса разрушения необходимо снимать весь процесс нагружения заготовки на камеру. Значения прочности на растяжение пересчитываются по формулам в соответствии с ГОСТ 11262-80.

Испытания на растяжение планируется проводить на лабораторных занятиях, с несколькими полимерными материалами и варьированием технологических параметров 3D-печати. Будет исследоваться зависимость прочностных характеристик от толщины слоя, степени и структуры заполнения полимерных материалов. Также результаты проведенных исследований будут использоваться при выполнении студентами расчетно-графической работы.

Список использованных источников

1. Ляпков, А. А. Полимерные аддитивные технологии: учебное пособие / А. А. Ляпков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 114 с.
2. ГОСТ 11262-80. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. – Введ. 1980-12-01. – Москва: Госстандарт СССР, 1980. – 16 с.

УДК 677.027.62

ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ КАВИТАЦИОННОГО СПЕКТРА В ПРОЦЕССАХ ПРОПИТКИ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Марущак А.С., асп., Жерносек С.В., к.т.н., доц., Ольшанский В.И., к.т.н., проф.

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

Реферат. *Статья посвящена исследованию процесса пропитки капиллярно-пористых материалов с применением акустических колебаний кавитационного спектра. Описывается повышение эффективности технологического процесса пропитки текстильных материалов за счёт кавитационного воздействия.*

Ключевые слова: пропитка, ультразвуковые колебания, кавитация, капиллярно-пористые материалы.

Под пропиткой понимают процессы введения в капиллярно-пористый материал веществ, которые изменяют его свойства (повышают биостойкость и огнестойкость, снижают электропроводность, гигроскопичность, увеличивают прочность и т. д.). Пропитываемые вещества чрезвычайно разнообразны по свойствам и характеру их взаимодействия с капиллярно-пористым материалом. Они могут проникать в материал чисто механическим путем, адсорбироваться его веществом, вступать с ним в химическую реакцию. Характер физико-химических явлений, сопровождающих пропитку, очень сложен, и они еще не вполне изучены. В большинстве случаев пропитываемые вещества не вступают в химическую реакцию с материалом и им не адсорбируются. Поэтому процессы пропитки можно рассматривать как совокупность следующих физических явлений: движение жидкости в капиллярно-пористом материале под действием капиллярного давления; движения жидкости в материале под действием избыточного давления; диффузионного перемещения молекул или ионов пропитываемых веществ в материале по полостям клеток, заполненным водой. Производственные процессы пропитки протекают обычно в условиях совместного действия всех указанных явлений, но относительная эффективность того или иного из них может быть различной при разных способах пропитки [1].

Ультразвуковая пропитка в жидкой среде – один из самых высокопроизводительных и высококачественных способов пропитки различных капиллярно-пористых изделий. Этот