

УДК 658.5.012.14

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ АБС И АБС-ПК ПЛАСТИКА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ И ИХ СРАВНЕНИЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ УСЛОВИЙ ПЕЧАТИ.*Занин М.А.**студент**кафедра «Гусеничная техника специального назначения и мобильные роботы»**Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,*

АННОТАЦИЯ: Данная статья ставит перед собой задачу выработки методов оценки деформации пластика при использовании его в 3D печати методом послойного наплавления, путём ввода индекса деформации. Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что деформацию затруднительно измерить и практически невозможно избежать. Введение индекса деформации позволяет оценивать методы борьбы с деформацией, деформацию при печати разными видами пластика или пластиками разных производителей. Применение индекса деформации позволяет провести детальное сравнение АБС и АБС-ПК пластиков с точки зрения их деформации и влияния на них распространённых методов борьбы с деформацией при печати методом послойного наплавления.

Ключевые слова: моделирование методом наплавления (fused deposition modeling, FDM), контроль качества (quality management), акрилонитрил бутадиен стирол (acrylonitrile butadiene styrene, ABS), поликарбонат акрилонитрил бутадиен стирол (polycarbonate acrylonitrile butadiene styrene ABS-PC), 3D печать (3D-print)

Для проведения эксперимента необходимо разобраться в механике процесса. Пластик в процессе экструзии меняет своё агрегатное состояние и превращается в мягкую нить, из которой формируется печатаемое изделие. В следствии этого процесса и происходят деформации. К искажению формы детали приводит: неравномерность остывания слоёв пластика, погрешность при нанесении слоёв, скорость печати первого слоя, скорость печати, температура стола для печати, время печати первого слоя, состав полимера, качество полимера. Большинство из этих параметров можно регулировать и настраивать под каждую печатаемую деталь.

Рассмотрим такие методы как: печать с подогревом стола и печать группой

АБС-ПК представляет собой смесь ПК и АБС. Баланс свойств АБС-ПК определяется процентным соотношением ПК и АБС в смеси, молекулярным весом поликарбоната и комплексом присадок. Процентное соотношение поликарбоната и акрилонитрил-бутадиен-стирола влияет главным образом на термостойкость конечного продукта. Смеси АБС-ПК демонстрируют синергический эффект, результатом которого является превосходная ударопрочность при низких температурах, которая превышает аналогичный показатель для АБС или ПК.



Рис.1.ПК и АБС в смеси.

АБС пластик – ударопрочный материал, относящийся к инженерным пластикам. Обладает более высокой стойкостью к ударным нагрузкам по сравнению с полистиролом общего назначения, ударопрочным полистиролом и другими сополимерами

стирола. Превосходит их по механической прочности и жесткости. Износостоек. Выдерживает кратковременный нагрев до 90-100 °С. Максимальная температура длительной эксплуатации: 75-80 °С. Хорошо сваривается. Рекомендуется для точного литья. Имеет высокую размерную стабильность.

Для исследований мы использовали метод печати парусов –плоскость переменной ширины с маленькой площадью контакта со столом для печати и рёбрами жёсткость по бокам для опоры.

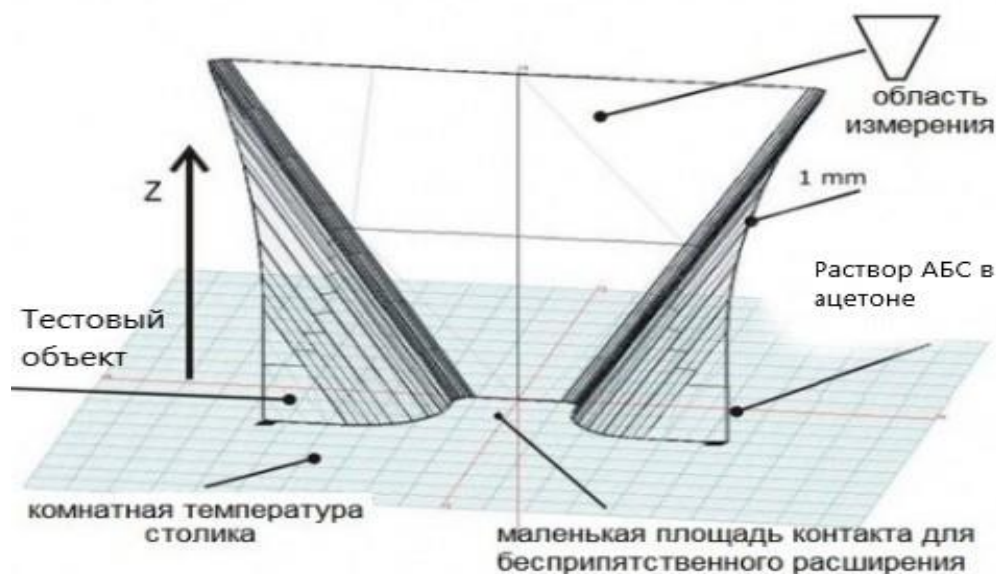


Рис. 2.Схема печати паруса.

Печать тестовой модели происходит при следующих параметрах: 100% заполнение детали пластиком, стенка толщиной в 1 мм, толщина печатаемого слоя, за один проход головки принтера, составляет 0,25 мм, тестовая модель не подвергается охлаждению по средствам кулеров и защищена от внешних факторов корпусом принтера, т.е. печать происходит при комнатной температуре $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, диаметр отверстия сопла, через которое принтер подает расплавленный пластик на модель, составляет 0,4 мм, скорость перемещения сопла 30 мм/с, сканирование паруса происходит через 2 часа после печати, стол не подогревается, соответственно для улучшения адгезии пластика применяем раствор этого пластика в ацетоне С3Н6О, который наносят на стол для печати. Печать всех образцов осуществляем прутком пластика для 3д печати одинакового диаметра 1,75мм-филаментом.

Для наглядного определения деформаций введем индекс W. Высота тестовой модели составляет 50 мм. Будем определять индекс деформации по следующей формуле:

$$\text{Деформация (по Z)} = \frac{\text{изгиб слоя}}{\text{длина слоя}} \cdot 1000$$

Значения W будут варьироваться от 1 до 10, где 1- характеризует случай отсутствия деформации, а 10- характеризует случай очень больших деформаций.

Далее производим печать серии образцов, а именно: поочередная печать 10 образцов филаментом из акрилонитрила бутадиен стирола без подогрева стола для печати и с подогревом до 115°C , а также печать группы из 5 образцов одновременно и печать одиночных образцов филаментом из поликарбоната акрилонитрил бутадиен стирола.

Все напечатанные образцы сканируются на 3Д сканере с разрешением 1920×1080 пикселей и погрешностью 1% от размера сканируемого объекта. Сканированные модели обрабатываются в пакете графического программного обеспечения. На основе полученных данных составляются таблицы значений и строятся графики:

Таблица 1.АБС без подогрева стола

Z,мм	Длина слоя,мм	Изгиб слоя,мм	Индекс деформации w	Среднее значение деформации
50	66,832	0,083	1,242	2,971
40	56,498	0,097	1,717	
30	46,637	0,101	2,167	
20	37,321	0,118	3,162	
10	27,251	0,179	6,569	

Таблица 2. ABS с подогревом стола до 115 °С

Z, мм	Длина слоя, мм	Изгиб слоя, мм	Индекс деформации w	Среднее значение деформации
50	66,002	0,06	0,909	2,439
40	55,983	0,081	1,447	
30	45,982	0,097	2,110	
20	36,102	0,102	2,825	
10	26,906	0,132	4,906	

Таблица 3. ABS печать группой

Z, мм	Длина слоя, мм	Изгиб слоя, мм	Индекс деформации w	Среднее значение деформации
50	67,003	0,099	1,478	3,598
40	56,897	0,119	2,091	
30	47,009	0,129	2,744	
20	38,009	0,167	4,394	
10	28,697	0,209	7,283	

Таблица 4. ABS -PC без подогрева стола

Z, мм	Длина слоя, мм	Изгиб слоя, мм	Индекс деформации w	Среднее значение деформации
50	66,006	0,05	0,758	2,327
40	56,103	0,076	1,355	
30	46,630	0,089	1,909	
20	37,087	0,106	2,858	
10	27,105	0,129	4,759	

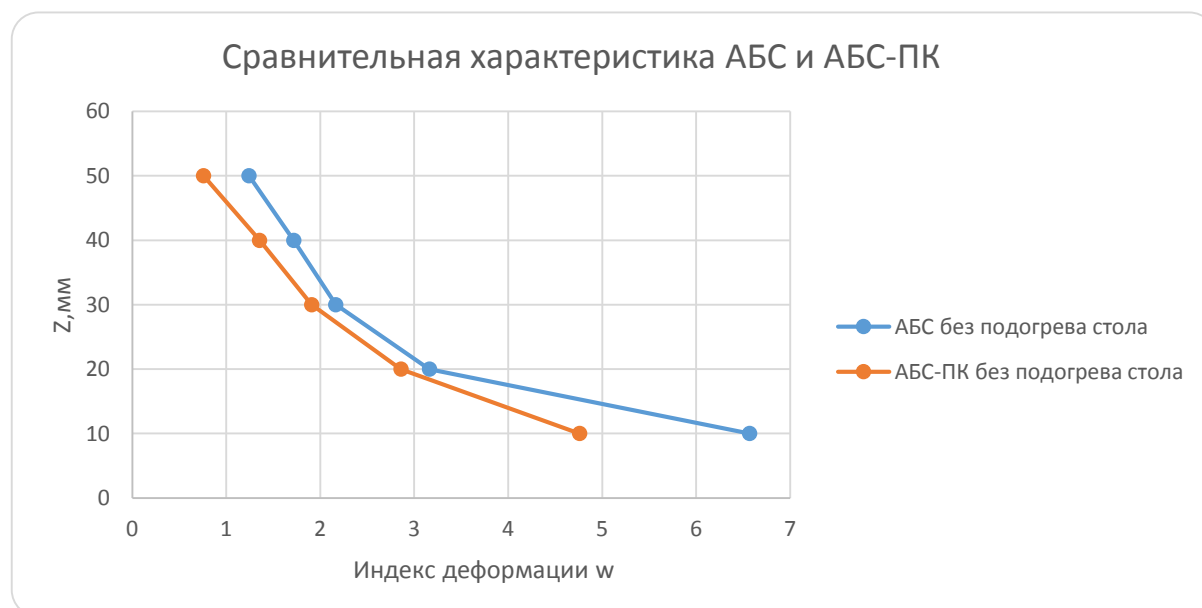


График 1.

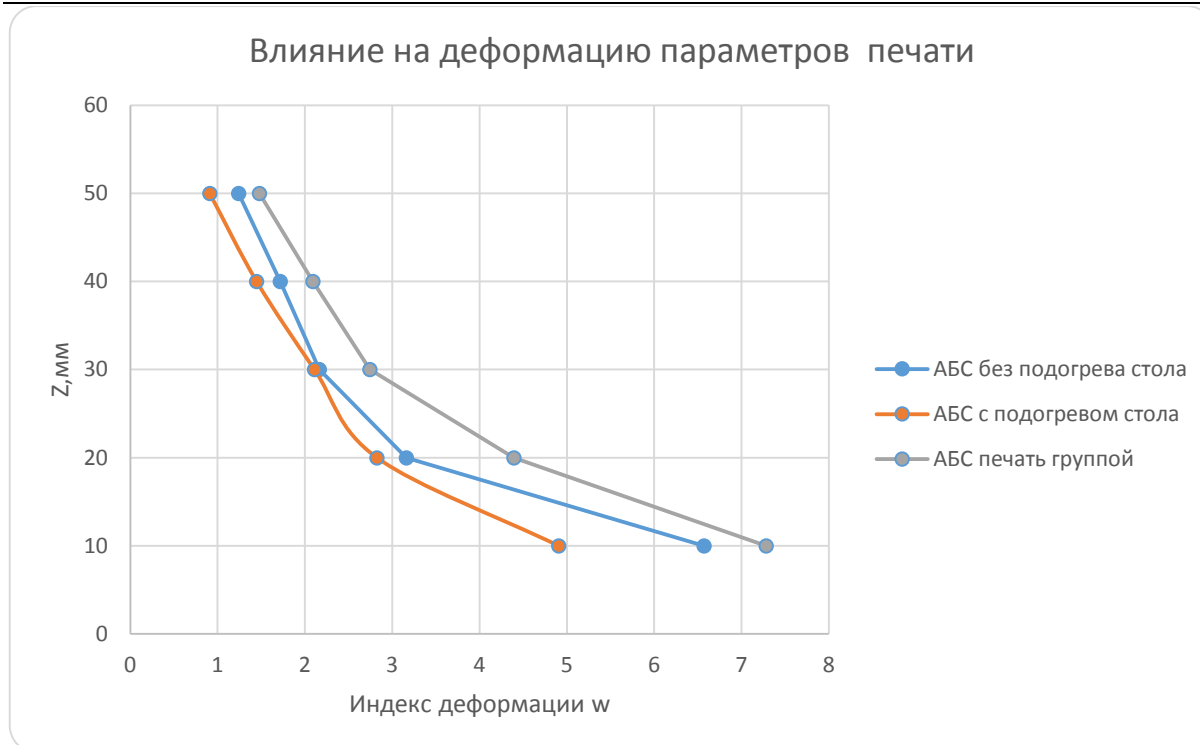


График 2.

На основе полученных данных можем сделать вывод, что:

АБС-ПК в меньшей степени подвержен деформациям на всех слоях при печати чем АБС, что наглядно проиллюстрировано на графике (1). Следовательно, АБС-ПК помимо того, что обладает лучшими механическими свойствами, подходит для более точной печати. Как видно из графика (2), подогрев стола оказывает положительное воздействие на деформирование образца, это происходит благодаря более равномерному остыванию пластика, за счёт более высокой температуры воздуха в камере печати, нагретого подогревом стола, а также из-за более высокой адгезии первого слоя печати и, соответственно, меньшей его деформации, что уменьшает суммарную деформацию слоев пластика. Печать группы из 5 образцов АБС пластиком увеличивает деформацию за счет ухудшения адгезии между слоями пластика. Это происходит по причине увеличения интервала времени между нанесением слоёв на каждый печатаемый образец.

Экспериментальные данные дают нам однозначный ответ на вопрос целесообразности применения рассмотренных модификаций печати, а также актуальность введения универсального индекса деформации, позволяющего однозначно определить эффективность того или иного метода уменьшения деформации или провести сравнение деформации при печати аналогичными пластиками разных производителей.

Список литературы.

1. Гибсон Я. Технологии аддитивного производства. Трёхмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. Технологии аддитивного производства. Трёхмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. / С. Брент, Д. Розен, Я. Гибсон – Техносфера 2016. -656с.
2. Kai Parthy. Разработка индекса деформации для 3Д печати. 2015.[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.3ders.org> (Дата обращения 20.10.2018).

УДК 66.017:669.871

КЛАСТЕРНО-АССОЦИАТНАЯ МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ, ПЛОТНОСТИ И КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ГАЛЛИЯ

*Кадисова А.Т.,
магистрант кафедры НТМ
Макашева А.М.
д.т.н., профессор*

Карагандинский государственный технический университет

АННОТАЦИЯ: В статье описываются новые зависимости вязкости от температуры в полном диапазоне жидкого состояния для галлия основанные на концепции хаотизированных частиц. Данная область определяется авторами, исходя из целей работы:

- разработать кластерно-ассоциатные модели температурной зависимости динамической вязкости и плотности жидкого галлия;