



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;

- согласовать все три характеристики не только по связывающему их фундаментальному соотношению, но и по единой природе и форме согласуемых температурных зависимостей:

1. Проверка адекватности кластерно-ассоциатной модели динамической вязкости галлия;

2. Проверка полученной модели плотности жидкого галлия;

3. Согласование температурных зависимостей динамической, кинематической вязкости и плотности на основе концепции хаотизированных частиц.

Ключевые слова: концепция хаотизированных частиц, распределение Больцмана, ван-дер-ваальсовое притяжение, динамическая вязкость, плотность, кинематическая вязкость, реперные точки, диапазон жидкого состояния, степень ассоциации кластеров, кластерно-ассоциатная модель

ВВЕДЕНИЕ

Авторами монографии [1] были разработаны новые зависимости вязкости от температуры в полном диапазоне жидкого состояния для галлия, основанные на концепции хаотизированных частиц. Согласно этой концепции, в соответствии с фунда-

ментальным распределением Больцмана, вязкое течение рассматривается как разрушение ассоциатов путем преодоления сил ван-дер-ваальсового притяжения между кластерами, что в принципе не противоречит существующим представлениям о вязком течении и подчиняется данной зависимости:

$$\eta = \eta_1 (T_1/T)^{a_2} (T_2/T)^b, \quad (1)$$

где η_1 – реперная точка динамической вязкости при соответствующей температуре T_1 (К); a – степень ассоциации кластеров, b – мера понижения степени ассоциации кластеров.

Для идентификации показателей a и b необходимо иметь вторую и третью реперные точки η_2 , T_2 , η_3 , T_3

$$a = a_2 (T_2/T)^b, \quad (2)$$

$$a_2 = \frac{\ln(\eta_2/\eta_1)}{\ln(T_1/T_2)}, \quad (3)$$

$$a_3 = \frac{\ln(\eta_3/\eta_1)}{\ln(T_1/T_3)}, \quad (4)$$

$$b = \frac{\ln(a_3/a_2)}{\ln(T_2/T_3)}. \quad (5)$$

Реперные точки целесообразно выбирать соответственно в начале, середине и в конце экспериментального массива η_i , T_i . В этом случае можно, не обрабатывая весь экспериментальный массив, ограничиться расчетом a_2 , a_3 и b с дальнейшим введением необходимых величин в модель (1) и вычислением η для сопоставления со всеми экспериментальными значениями по коэффициенту корреляции.

В качестве примера адекватного отображения динамической вязкости кластерно-ассоциатной модели проведём анализ данных по галлию, которое достаточно широко применяется в сверхвысокочастотной электронике, полупроводниковых лазерах, а так же, лангасит (LGS, силикат лантана-галлия) используется как пьезоматериал и так далее.

Точки плавления почти совпадающие в [3], [4] и [6]: 302,9 К, 302,91 и 302,921 К, а кипения – отличающиеся: 2503 (2343), 2478 и 2477 К. Наша оценка $T_{cr} \approx 3971$ К.

Проверка адекватности кластерно-ассоциатной модели динамической вязкости галлия

В справочнике [2] приведены данные, имеющиеся для достаточно полного диапазона жидкого состояния, простирающегося далеко за точку кипения при атмосферном давлении, почти до критической точки.

Сведения по вязкости галлия оказались совпадающими в [3] и [4], поскольку заимствованы из одних и тех же справочников [5, 6]. По ним выбраны реперные точки: $T_1 = 326$ К, $\eta_1 = 1,89$ мПа·с; $T_2 = 675$ К, $\eta_2 = 0,88$ мПа·с; $T_3 = 1079$ К, $\eta_3 = 0,647$ мПа·с и получена расчетная зависимость

$$\eta = 1,89(326/T)^{1,05028}(675/T)^{0,339546}, \text{ мПа·с.} \quad (6)$$

Сопоставление справочных и расчетных данных приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Динамическая вязкость жидкого галлия по [2, 3] и по (6)

T, K	η [72, 73], мПа·с	η (4.35), мПа·с	a	T, K	η [72, 73], мПа·с	η (4.35), мПа·с	a
$T_m = 302,921$	–	2,091	1,379	773	0,814	0,795	1,003
326	1,89	1,890	1,345	1079	0,647	0,647	0,896
574	1,03	1,009	1,110	$T_b = 2477$	–	0,480	0,675
675	0,88	0,880	1,050	$T_{cr} \approx 3971$	–	0,448	0,575

Коэффициент корреляции составил $R = 0,99943$ при $t_R = 1528 \gg 2$, что свидетельствует о высокой адекватности зависимости (6), имеющий минимум при $T_{\eta, \min} = 6198 K > T_{cr} = 3971$.

Проверка полученной модели плотности галлия

$$\rho = 6094,7(302,8/T)^{0,0532518}(675/T)^{-0,474378}, \text{ кг/м}^3, \quad (7)$$

с $T_{\rho, \max} = 37 K < T_m = 302,921 K$.

По жидкому галлию в справочнике [4] приведена сводка значений ρ , из которой выбрали реперные точки $T_1 = 302,8 K$, $\rho_1 = 6094,7 \text{ кг/м}^3$; $T_2 = 675 K$, $\rho_2 = 5840 \text{ кг/м}^3$; $T_3 = 1073 K$, $\rho_3 = 5604 \text{ кг/м}^3$ и получили расчетную формулу

Сопоставление обсуждаемых данных содержится в таблице 2.

Таблица 2 – Плотность жидкого галлия по [4] и (7)

T, K	ρ [37], кг/м ³	ρ (5.37), кг/м ³	a	T, K	ρ [37], кг/м ³	ρ (5.37), кг/м ³	a
302,8	6094,7	6094,7	0,036	873	5720	5719	0,060
$T_m = 302,921$	–	6094,6	0,036	1073	5604	5604	0,066
325,9	6080	6078	0,038	1383	5445	5440	0,075
422	6005	6009	0,043	$T_b = 2477$	–	4963	0,099
675	5840	5840	0,053	$T_{cr} \approx 3971$	–	4436	0,123

Согласование температурных зависимостей динамической, кинематической вязкости и плотности на основе концепции хаотизированных частиц

Фундаментальная связь динамической (η , Па·с), кинематической (ν , м²/с) вязкости и плотности жидкости (ρ , кг/м³) при любой температуре определяется соотношением

$$\eta = \rho\nu. \quad (8)$$

Что касается конкретного выражения температурной зависимости для каждой переменной, то

они остаются разобобщенными по физическим моделям и достаточно строго выражаются только аппроксимирующими уравнениями несопоставимой точности и возможности экстраполяции в область высоких температур [3].

И здесь коэффициент корреляции близок единице: $R = 0,99992$ при $t_R = 13882 \gg 2$.

Расчет и проверка кинематической вязкости галлия через кластерно-ассоциатные модели динамической вязкости и плотности

Кинематическая вязкость галлия по моделям η (6) и ρ (7) получается в виде

$$\nu = 10^{-3} \frac{1,89(326/T)^{1,05028}(675/T)^{0,339546}}{6094,7(302,8/T)^{0,0532518}(675/T)^{-0,474378}}, \text{ м}^2/\text{с}. \quad (8)$$

В монографии [4] имеется две сводки по η и ρ , но к одним и тем же температурам относятся всего

две точки. Сопоставление этих данных с результатами расчета по (8) представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Кинематическая вязкость жидкого галлия по (8) и η/ρ [4]

T, K	ν (5.87), $10^7 \text{ м}^2/\text{с}$	η/ρ [37], $10^7 \text{ м}^2/\text{с}$	T, K	ν (5.87), $10^7 \text{ м}^2/\text{с}$	T, K	ν (5.87), $10^7 \text{ м}^2/\text{с}$
$T_m = 302,921$	3,43	–	1000	1,20	2500	0,969742
326	3,11	3,11	1300	1,08	2600	0,969717
400	2,43	–	1600	1,02	2700	0,9703?
500	1,93	–	1900	0,99		
600	1,65	–	2200	0,9744		
675	1,51	1,51	$T_b = 2477$	0,9698		

Несмотря на совпадение сравниваемых результатов экстраполяция возможна не доходя до критической температуры $T_{cr} = 3971$ К с ограничением $T = 2500$ К, что обусловлено отсутствием независимых экспериментальных данных по ν , η и ρ и их согласования на стадии первичной обработки результатов.

Выводы

Разработанные кластерно-ассоциатные модели температурной зависимости динамической вязкости и плотности использованы для построения на их основе соответствующей модели кинематической вязкости галлия, которая адекватно описывает экспериментальные данные. А также приведено согласование всех трех характеристик не только по связывающему их фундаментальному соотношению, но и по единой природе и форме согласуемых температурных зависимостей.

На примере простых веществ для третьей группы Периодической системы установлена высокая адекватность предложенной кластерно-ассоциатной модели динамической вязкости имеющимся справочным данным.

Во всех случаях одна из важнейших характеристик кластерно-ассоциатной модели – степень ассоциации кластеров – обнаруживает закономерное замедляющееся понижение по мере повышения температуры, соответствующее динамике разрушения ассоциатов.

Предлагаемая кластерно-ассоциатная модель плотности жидкости позволила обобщить разрозненные экспериментальные данные и аппроксимирующие зависимости с выявлением ошибочных результатов для ряда веществ и показала свою пригодность для целостного описания температурной зависимости плотности в полном диапазоне жидкого состояния, как это реализовано для элемента галлия.

Список литературы

1. Малышев В.П., Бектурганов Н.С., Турдукожаева (Макашева) А.М. Вязкость, текучесть и плотность веществ как мера их хаотизации. – М.: Научный мир, 2012. – 288 с.
2. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник. – М.: Современная школа, 2005. – 608 с.
3. Шпильрайн Э.Э., Фомин В.А., Сквородько С.Н., Сокол Г.Ф. Исследование вязкости жидких металлов. – М.: Наука, 1983. – 243 с.
4. Свойства элементов: Справ. изд. – В 2-х кн. Кн. 1 / Под ред. Дрица М.Е. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Руда и Металлы, 2003. – 448 с. Вертман
5. Теплофизические свойства элементов: Справочник / Под ред. Н.П. Варгафтика. – М.: Госэнергоиздат, 1956. – 368 с.
6. Свойства элементов. Ч. 1. Физические свойства // Под ред. Самсонова Г. В. – М.: Металлургия, 1976. – 600 с.

УДК 658.511.3

ВЫЯВЛЕНИЕ НЕОЧЕВИДНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПО СРЕДСТВАМ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ АДМИНИСТРАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ.

Копнова Оксана Леонидовна

Магистр техники и технологий,

научный сотрудник центра анализа и обработки данных.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби,

Казахстан, г. Алматы

[DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2018.1.57.24-31](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2018.1.57.24-31)

IDENTIFICATION OF UNIFIED PATTERNS BY MEANS OF INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM FOR ADOPTING ADMINISTRATIVE DECISIONS.

Kopnova Oksana Leonidovna

Master of Engineering and Technology,

Kazakh National University. Al-Farabi,

a researcher at the data analysis and processing center.

Kazakhstan, Almaty

АННОТАЦИЯ. В данной статье приводится пример интеллектуального анализа данных в информационно-аналитической системе с использованием пакета бизнес-аналитики Power BI. Построена модель рассуждений для анализа данных. Принятие решений представлено в виде функций, составленных из продукционных правил. В качестве основы рассуждений для выявления скрытых зависимостей взят отчет о штатной структуре сотрудников. Выявлены неочевидные проблемы и рекомендованы пути их решения.

ANNOTATION. This article provides an example of data mining in an information analysis system using the Power BI business intelligence package. A reasoning model for data analysis has been constructed. Decision making is presented in the form of functions composed of production rules. As a basis for reasoning to identify hidden dependencies, a report on the staffing structure of employees was taken. Identified non-obvious problems and recommended ways to solve them.

Ключевые слова. Информационно-аналитическая система, продукционные правила, выявление скрытых зависимостей, Power BI.

Keywords. Information and analytical system, production rules, the identification of hidden dependencies, Power BI.