

## **Влияние способов формования на реологические свойства пряничного теста.**

Аспирант Коновалова М.Ю., доц. Евтушенко А.М.

Московский государственный университет технологии и управления

*Физико-химические свойства готовых пряничных изделий и их структура зависят от реологических свойств теста. Эти свойства могут быть объективно оценены ротационной вискозиметрией. Установлено, что способ формования влияет на реологические свойства пряничного теста, происходит изменение напряжения сдвига и вязкости как после ручного способа формования, так и после машинного, что свидетельствует о разрушении структуры при обоих способах формования.*

Ключевые слова: пряничное тесто, динамическая эффективная вязкость, напряжение сдвига, ручной и машинный способы формования.

Мировые тенденции развития сферы производства продуктов питания носят целенаправленный характер и отвечают девизу: «Профилактика – это здоровье нации и экономика государства». Всё большее число россиян в вопросах питания отдают предпочтение и проявляют заметный интерес к наиболее натуральным и полезным для здоровья продуктам, уделяя повышенное внимание их качеству.

Кондитерские изделия - печатные пряники представляют собой большую группу продукции широкого ассортимента, обладающую особым вкусом и богатым ароматом, имеют разнообразную форму, состав, консистенцию, структуру. Несмотря на то, что пряники не являются предметом первой необходимости и не входят в состав «продуктовой корзины», они пользуются широким потребительским спросом населения, особенно детей, благодаря своей узорности, колористической привлекательности, питательной ценности и калорийности при невысокой цене. Особую популярность приобретает содержательный в отношении набора ценных компонентов печатный пряник, издавна почитаемый у россиян как продукт функционально-профилактического назначения. Расширение ассортимента и выработка печатных пряников нового поколения, улучшение свойств и структуры данного продукта диктует зарождающаяся тенденция роста их потребительского спроса.

Повышение качества печатных пряников можно получить регулированием реологических свойств исследуемых полуфабрикатов на отдельных стадиях производства, особенно при разделке. Совершенствование разделки можно достичь введением в технологический

процесс нового способа формования, определив его влияние на реологические характеристики пряничного теста.

**Цель** наших исследований собственно и состоит в том, чтобы определить влияние способов формования на реологические свойства пряничного теста и получить качественные печатные пряники посредством совершенствования разделки.

В соответствии с поставленной целью была определена следующая **задача** – изучить влияние деформационного поведения пряничного теста при разных способах формования и при различных температурах с определением реологических характеристик.

Для решения поставленной задачи необходимо определить *напряжение сдвига* и динамическую эффективную *вязкость* пряничного теста при различных способах формования и при разных температурах и получить при этом зависимости напряжения сдвига и вязкости от скорости деформации пряничного теста.

Согласно литературным данным многие материалы наряду с пластичностью обладают вязкостью и упругостью, которые влияют на течение и пластические свойства. А пластичное пряничное тесто – природный биополимер, и ему также наряду с вязкостью свойственны упругие деформации. На основании феноменологической макрореологии, позволяющий условно рассматривать объект исследования однородной и лишённой структуры, сплошной физической средой, представляем пряничное тесто дисперсной системой с присущими ей свойствами жидкой, твёрдой и газообразной фаз. Размерами же наибольших диспергированных частиц различных вкусовых добавок пренебрегаем, поскольку они много меньше исследуемых на деформацию образцов и тем более тестовых заготовок. Принимаем пряничное тесто квазиоднородным и квазиизотропным материалом [1]. Это позволяет определять реологические характеристики теста для пряников широкого ассортимента с помощью приборов, реализующих стационарное сдвиговое течение исследуемых образцов, таких например, как ротационные вискозиметры.

Испытанию подвергали тесто для пряника «Сувенир», приготовленного по ГОСТу согласно основной рецептуре. Тесто принимали как тонкодисперсную среду, где упругие деформации малы в сравнении с пластическими деформациями. За основу опытных испытаний были взяты инженерные методы физической механики дисперсных материалов. Порции отформованного разными способами пряничного теста подвергались воздействию на них силовых факторов со стороны рабочих органов ротационного вискозиметра. Таким образом, изучали деформационное поведение отформованного двумя способами пряничного теста при разных температурах: рассмотрены особенности проявления реологических свойств объекта формования при взаимодействии с формирующим инструментом при ручном и машинном формовании.

Реологические исследования осуществляли по Санкт-Петербургской методике [1] на Реотесте PV с образцами, приготовленными в лабораторных

условиях, с помощью ручного и машинного формования на фторопластовых трафаретах (печатания тестовых заготовок на экспериментальной установке)\*.

В таблице 1 сведены результаты ротационной вискозиметрии теста для пряника «Сувенир» после формования ручным и машинным способами. Результаты экспериментов получены при двукратном нагружении торсионной системы вискозиметра при температуре в рубашке 40<sup>0</sup>С и 60<sup>0</sup>С и обработаны математическими методами, которые позволили установить причастность теста для пряника «Сувенир» к неньютоновским дисперсным материалам, проявляющим наряду с пластичностью вязко-упругие свойства и тиксотропность. На рисунках 1-4 представлены экспериментальные кривые течения – зависимости напряжения сдвига и вязкости от скорости деформации, полученных для разных температур.

Концептуально известно, а при практическом изучении деформационного поведения теста для пряников в области сдвигового течения на вискозиметрах проверено, что на характер сдвигового течения пряничного теста как неньютоновского пищевого материала влияют соотношения упругих и пластических характеристик, находящихся в зависимости от скорости сдвига. Такой подход дал возможность доказать инвариантность кривых течения теста относительно двух температур в методе ротационной вискозиметрии, что подтверждает адекватность полученных реологических уравнений состояния пряничного теста механизму куэттовского течения в коаксиальном зазоре вискозиметра. При деформации с ростом скоростей сдвига упругие характеристики начинают преобладать над пластическими характеристиками, а в области больших скоростей сдвига вводится понятие релаксации – рассасывания напряжений с течением времени при одноимённой фиксированной нагрузке.

Результаты исследований реологии пряничного теста методом ротационной вискозиметрии позволяют отнести тесто для пряника «Сувенир» к тиксотропным, пластичным, вязко-упругим, релаксационным материалам, упругость которых гасится выдержкой под давлением при фиксированной деформации.

Результаты исследований показывают, что:

- при машинном формовании напряжение сдвига достигает большей величины, чем при ручном формовании;
- при увеличении температуры напряжение сдвига при ручном способе формования растёт, а при машинном формовании падает;
- при ручном способе формования с увеличением скорости сдвига напряжение сдвига возрастает меньше, чем при машинном формовании;
- величина вязкости больше при машинном способе формования как при 40<sup>0</sup>С, так и при 60<sup>0</sup>С;
- с увеличением скорости сдвига вязкость падает и при ручном и при машинном способе формования теста;

---

\* Патенты на изобретение №2248702 «Способ...», № 2302116 «Устройство...»

- вязкость после формования уменьшается как при 40<sup>0</sup>С, так и при 60<sup>0</sup>С, что свидетельствует о разрушении структуры при обоих способах формования, однако при машинном способе формования – в меньшей степени.

В итоге можно сделать следующие **выводы**: способ формования изменяет реологические свойства пряничного теста, о чём свидетельствует уменьшение вязкости как после ручного способа формования, так и после машинного, причём ручное формование в большей степени разрушает структуру, чем машинное. Поэтому при организации технологического процесса целесообразно переходить на машинное формование.

Изучение деформационного поведения пряничного теста в области сдвигового течения и использования реологических свойств позволяет создавать эффективные модели, количественно определяющие взаимодействие объекта формование с формующим инструментом. Обоснованными становятся технологические расчёты по определению производительности, мощности, геометрии рабочих органов, рациональных режимов их технологических операций.

Полученные нами данные подтвердили влияние способа формования на изменение реологических свойств пряничного теста и использовались для совершенствования действующей модели формующей установки. Улучшение качества печатных пряников достигнуто оптимизацией технологического процесса разделки теста за счет перехода с ручного на машинный способ формования.

Результаты проведённых исследований заложены в конструкцию установки для формования и печатания тестовых заготовок «Вологжанка», а также могут быть использованы при разработке формующих машин для производства печатных пряников в промышленном масштабе.

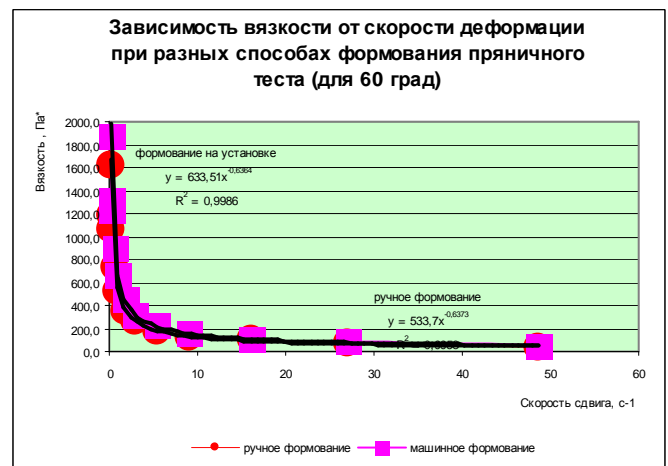
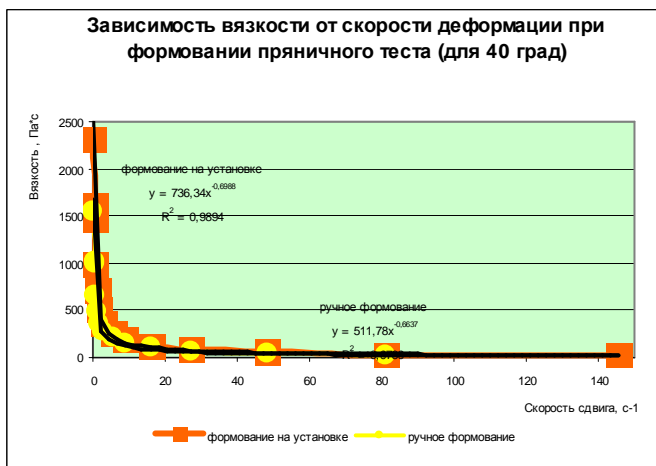
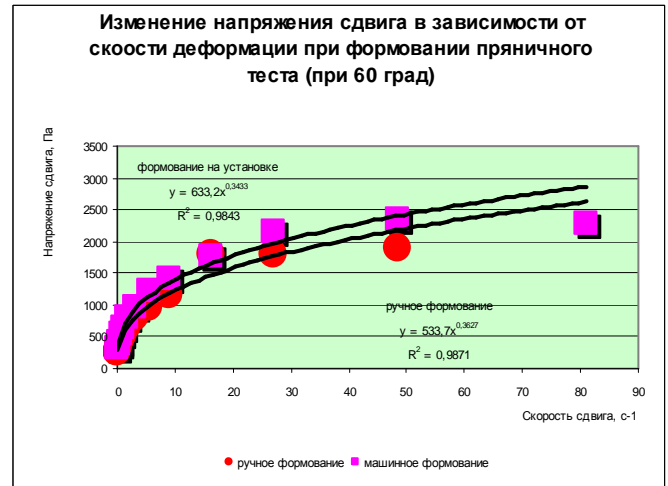
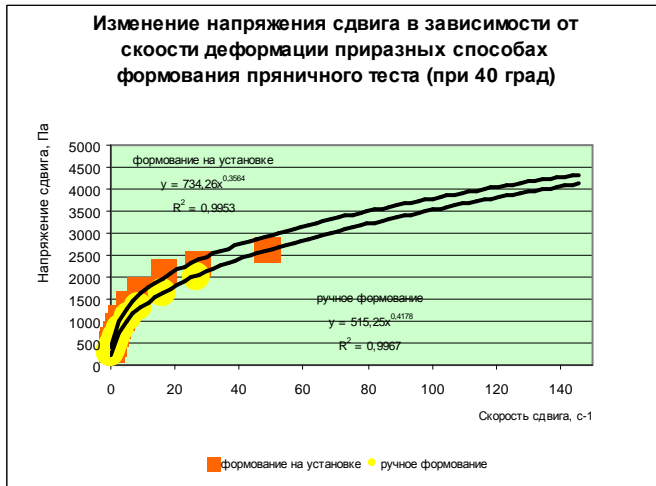


Рис.1-4

Таблица 1.

Скорость деформации $\dot{\gamma}$ , с-1	Напряжение сдвига, $\eta$ , 10 <sup>-1</sup> Па				Вязкость, $\mu$ , Па*с			
	40 град, первичное нагружение		60 град, вторичное нагружение		40 град, первичное нагружение		60 град, вторичное нагружение	
	Руч	маш	руч	маш	Руч	Маш	руч	маш
0,1667	256,5	384,8	270,8	313,5	1538,7	2308,0	1624,2	1880,6
0,3	299,3	484,5	356,3	399,0	997,5	1615,0	1187,5	1330,0
0,3333	342,0	484,5	356,3	413,3	1026,1	1453,6	1068,9	1239,9
0,6	399,0	598,5	441,8	541,5	665,0	997,5	736,3	902,5
1	484,5	726,8	527,3	655,5	484,5	726,8	527,3	655,5
1,8	641,3	897,8	641,3	812,3	356,3	498,8	356,3	451,3
3	826,5	1083,0	798,0	954,8	275,5	361,0	266,0	318,3
5,4	1097,3	1396,5	969,0	1225,5	203,2	258,6	179,4	226,9
9	1325,3	1710,0	1168,5	1425,0	147,3	190,0	129,8	158,3
16,2	1653,0	2137,5	1795,5	1767,0	102,0	131,9	110,8	109,1
27	1995,0	2337,0	1795,5	2166,0	73,9	86,6	66,5	80,2
48,6	1767,0	2650,5	1881,0	2337,0	36,4	54,5	38,7	48,1
81	1254,0	2109,0		2280,0	15,5	26,0		28,1
145,8		2451,0				16,8		

## **Список литературы**

1. В.А. Арет, Б.Л. Николаев, Г.К. Забровский, Л.К. Николаев «Реологические основы расчёта оборудования для производства жиросодержащих пищевых продуктов», С.-Пб: изд. СПбГУНиПТ, 2007. – 537с.