

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАЗРАБОТКЕ КАРАНДАШЕЙ

Веретенникова М.А.¹, Степанова Э.Ф.², Провоторова С.И.¹, Смирных А.А.³

¹ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

(394006, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1), e-mail: ma_veretennikova@mail.ru

²ПМФИ — филиал ГБОУ ВПО ВолГМУ Минздрава России, Пятигорск, Россия

³ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, Россия

В ходе разработки карандашей как упруго-вязко-пластичной парфюмерно-косметической продукции были изучены структурно-механические свойства, оказывающие влияние как собственно на технологический процесс, так и на качество готового продукта. Пенетрационные испытания занимают особое место, так как получаемые результаты позволяют судить о консистенции изучаемых объектов, их способности к пластическому течению и возможному прогнозированию показателей качества разрабатываемого продукта. Пенетрационные испытания проведены на пластометре КП-3 коническим индентором (угол при вершине конуса $\alpha = 45^\circ$), определена глубина пенетрации. На основании полученных данных построены кривые кинетики погружения конуса при различных усилиях пенетрации ($F = 2,133; 2,624; 3,605$ и $4,586$ Н) и рассчитаны значения предельного напряжения сдвига для исследуемых карандашей. Изучена способность модельных образцов к пластическому течению и установлено, что карандаши проявляют себя как упруго-пластичные системы.

Ключевые слова: карандаши, структурно-механические свойства, консистенция, текучесть, пенетрация

STUDY OF STRUCTURAL-MECHANICAL PROPERTIES UNDER DEVELOPMENT OF PENCILS

Veretennikova M.A.¹, Stepanova E.F.², Provotorova S.I.¹, Smirnykh A.A.³

¹Voronezh State University, Voronezh, Russia (Russia, 394006, Voronezh, University square, 1), e-mail: ma_veretennikova@mail.ru

²Pyatigorsk Medical-Pharmaceutical Institute – Branch of The Volgograd State Medical University (VolgSMU), Pyatigorsk, Russia

³Voronezh State University engineering technology, Voronezh, Russia

During the development of pencils as elastoviscoplastic products of perfumery and cosmetic, have been studied structurally-mechanical properties, which affecting both the process and the quality of the finished product. Penetration tests occupy a special place, because the results allow to judge the texture of studied objects, their ability to the plastic flow and possible forecasting indicators of the quality of product under development. Penetration tests was conducted of machine KP-3 with indenter (angle vertex of cone $\alpha = 45^\circ$). The penetration depth was determined. Graphics were constructed of the received data with different cone dives penetration efforts ($F = 2.133; 2.624; 3.605$ and 4.586 H) and were calculated shear stress limit values for the model pencils. It has been found that model pencils have plastic flow of and elastoviscoplastic system.

Keywords: pencils, structural-mechanical properties, texture, fluidity, penetration

Разработка средств парфюмерно-косметической и фармацевтической продукции упруго-вязко-пластичной консистенции затрагивает вопрос исследования структурно-механических свойств, которые оказывают влияние на потребительские показатели качества готовой продукции и собственно на технологический процесс производства [1, 3, 4, 8].

Предельное напряжение сдвига (ПНС) как одно из важнейших структурно-механических свойств дает возможность определять способность материалов (веществ) к пластическому течению и позволяет косвенно судить о степени его консистенции, что важно при проведении стадий технологического процесса сплавления основ, подаче полупродукта по трубопроводу к месту назначения и розлива в формы.

При разработке карандашей как парфюмерно-косметической продукции важным показателем является твердость продукта, что также подтверждается (определяется) изучением структурно-механических свойств, а конкретно — глубиной пенетрации.

Цель исследования

Изучение структурно-механических свойств разрабатываемых карандашей композитного состава для лечения воспалительных заболеваний губ и герпеса.

Материал и методы исследования

Для изучения деформационного поведения упруго-вязко-пластичных материалов при различных видах их нагружения и определения величины пенетрации использовали лабораторный реометрический информационно-измерительный комплекс (РИИК), который состоит из реометра (выполнен на базе конического пластометра КП-3); модуля сопряжения реометра (выполнен на базе серийного USB модуля KE-USB24R, KernelChip), а также персонального компьютера. Для управления работой РИИК использовано специальное программное обеспечение, разработанное и скомпилированное в среде Visual Basic 6.2, которое осуществляет сбор информации с потенциометрического датчика (через модуль сопряжения), ее сглаживание и фильтрацию, вычисление необходимых реологических показателей и их запись во внешний файл с возможностью экспорта результатов измерений и расчетов в редактор MS Excel с последующим сохранением и построением необходимых графических зависимостей [7]. Программное обеспечение имеет удобный интерфейс, систему информационных справок и подсказок, средства проверки информации, вводимой пользователем с клавиатуры (пример на рис. 1).

Для исследования взяты ранее разработанные модельные образцы карандашей композитного состава под номерами 1, 4, 5, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 19, 26, 28 [2].

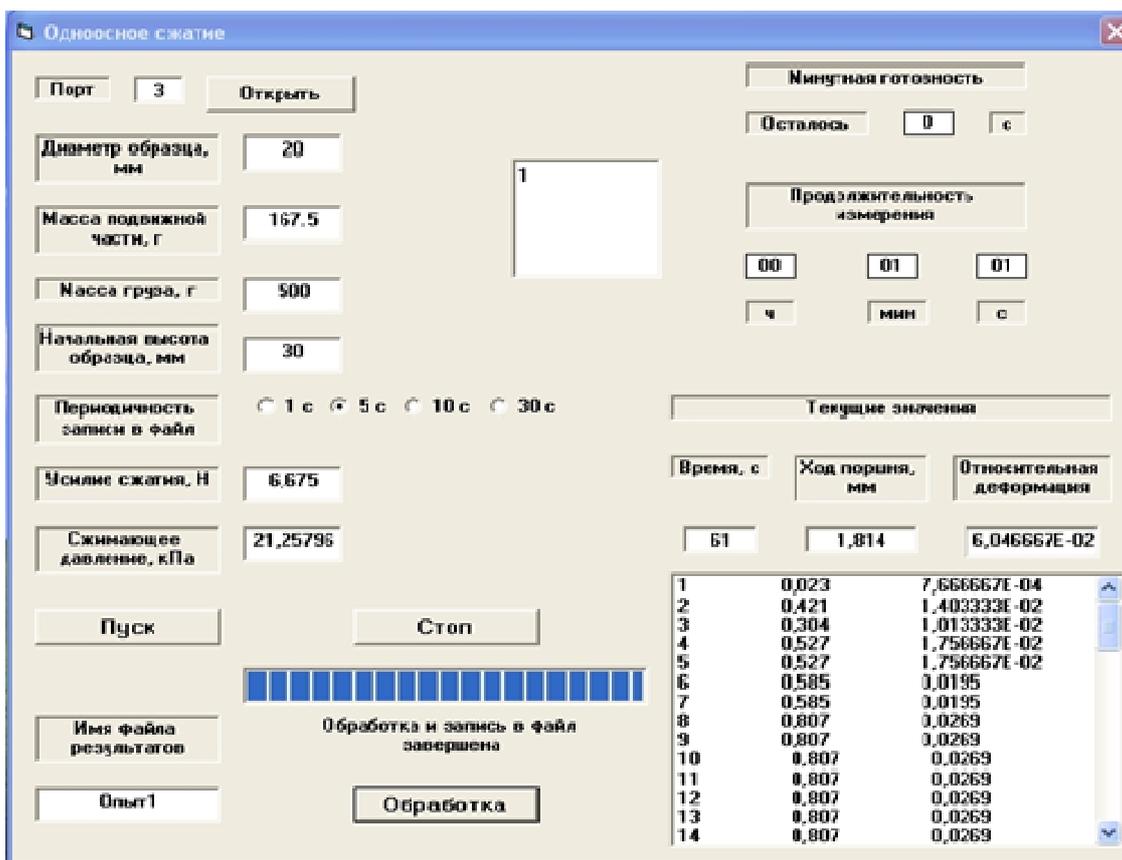


Рис. 1. Главное окно программы (скриншот)

Пенетрационные исследования модельных образцов карандашей проводили на РИИК коническим индентором (угол при вершине конуса $\alpha = 45^\circ$) при различных усилиях пенетрации ($F = 2,133; 2,624; 3,605$ и $4,586$ Н). Для этого испытуемый образец помещали на столик прибора, который фиксировали до момента соприкосновения с вершиной конуса, устанавливали стрелку индикатора на нулевую отметку и укладывали нагрузку, после чего осуществляли пуск погружения индентора в испытуемый образец и отмечали время и текущее значение глубины пенетрации.

По полученным результатам были рассчитаны значения предельного напряжения сдвига для исследуемых образцов по формуле:

$$\tau = \tau_0 = K_\alpha \frac{F}{h_{np}^2}, \quad (1)$$

где K_α – константа конуса, зависящая от угла при его вершине; F — действие приложенного усилия пенетрации; h_{np} — предельное погружение конуса.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе пенетрационных испытаний определена глубина пенетрации для модельных образцов, результаты представлены в таблице. Наиболее предпочтительным значением данного показателя для средств в виде карандаша является интервал от 5 мм до 20 мм [6],

следовательно, образцы карандашей под номерами 11, 14 и 28, имеют оптимальное значение, что характеризуется хорошей намазывающей способностью при применении.

Результаты определения глубины пенетрации

№ образца	1	4	5	7	10	11
Глубина пенетрации, мм	2,20	3,70	1,80	4,00	4,25	5,20
№ образца	14	17	18	19	26	28
Глубина пенетрации, мм	12,00	2,65	4,80	1,75	2,75	5,5

На основании полученных данных построены кривых кинетики погружения конуса (индентора) (рис. 2), а также определена графическая зависимость квадрата предельной глубины пенетрации от усилия пенетрации (рис. 3).

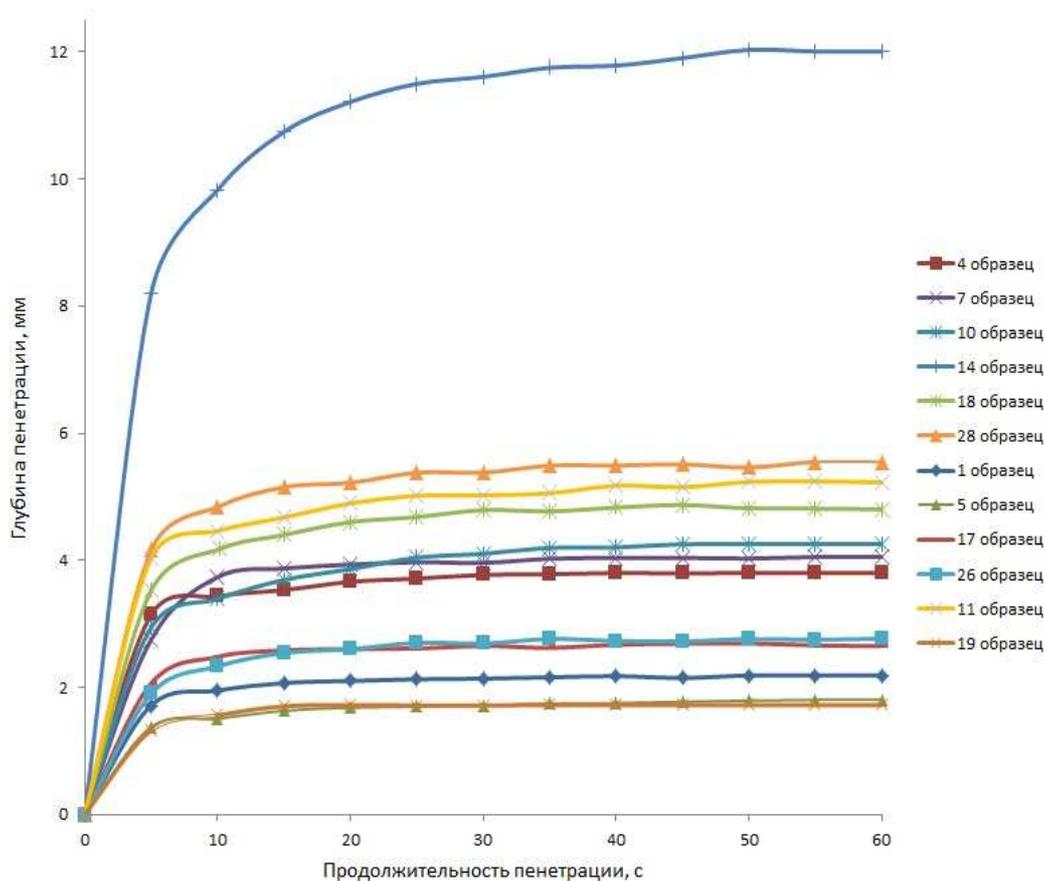


Рис. 2. Кривые кинетики погружения индентора в модельные образцы при максимальной нагрузке 4,586 Н

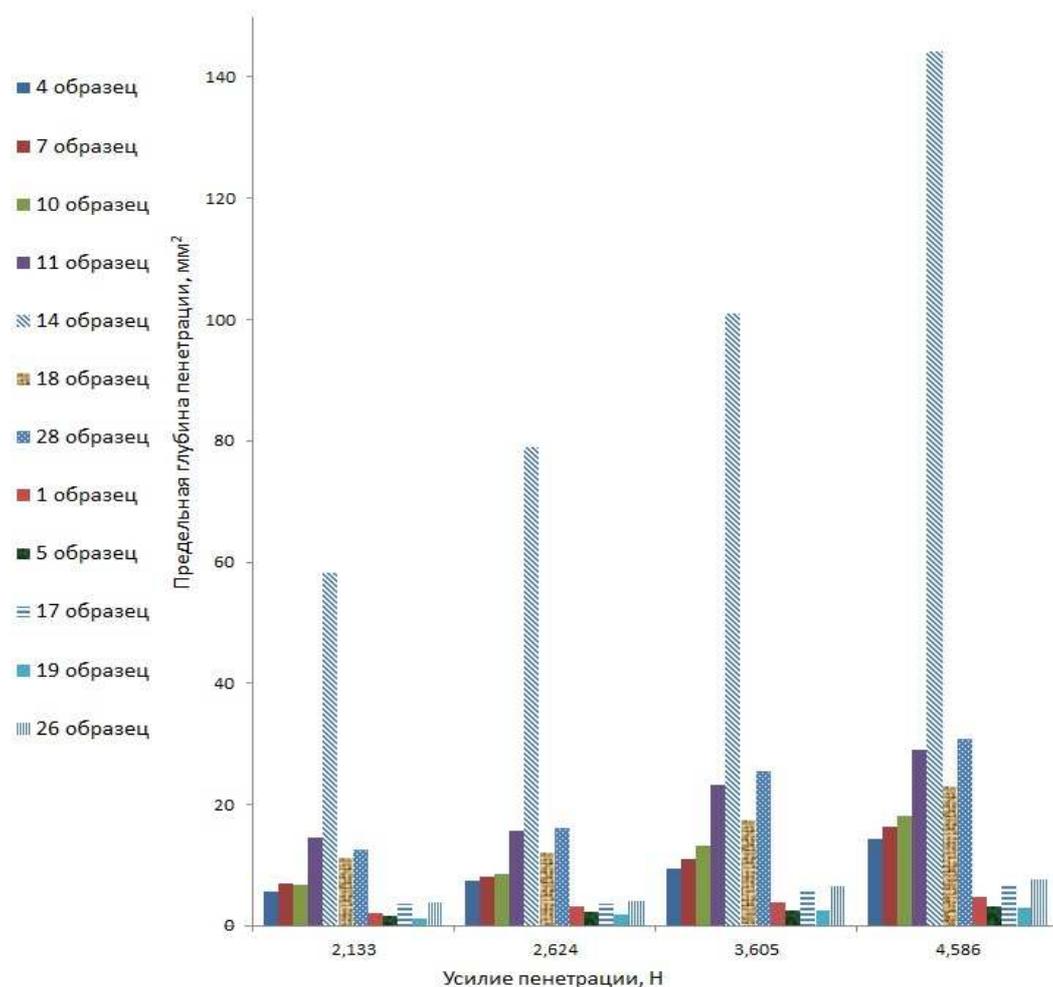


Рис. 3. Диаграмма зависимости предельной глубины пенетрации от усилия пенетрации для разных образцов

При анализе полученных диаграмм можно сделать вывод о том, что присутствие масла касторового или миндального, особенно ПЭО 400, в составе делает карандаш более пластичным и легко размазывающимся, в отличие от составов, в которых преобладает воск. По формуле (1) были рассчитаны значения предельного напряжения сдвига для исследуемых образцов и произведено их ранжирование (рис. 4).

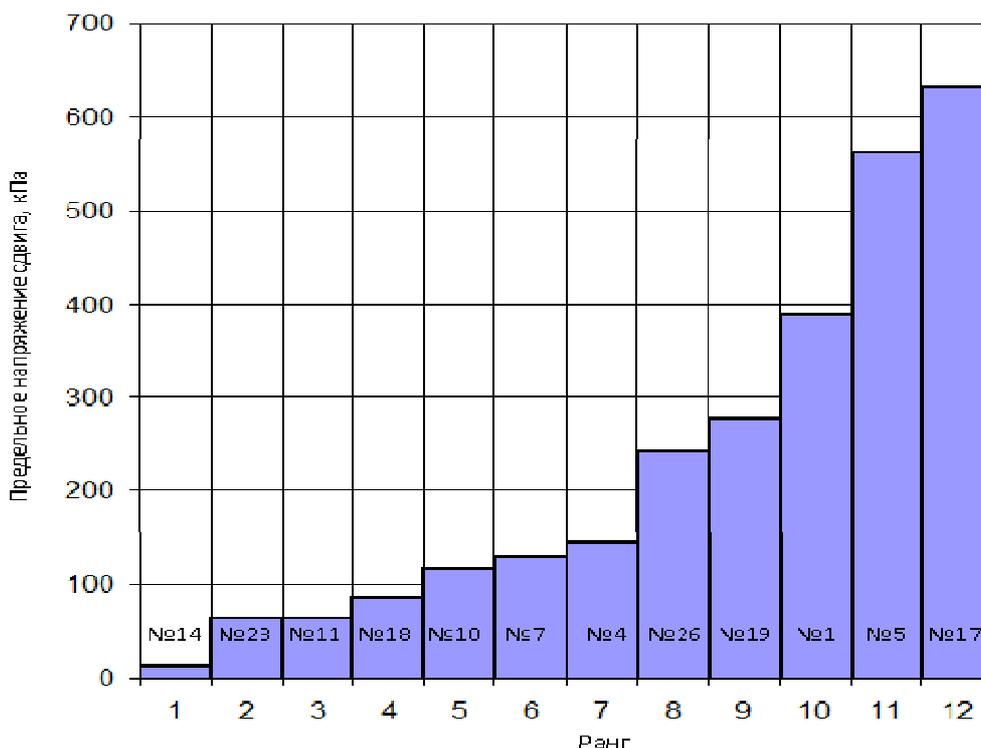


Рис. 4. Ранжирование модельных образцов карандашей

Известно, что чем меньше значение предельного напряжения сдвига, тем лучше намазывается образец [5], поэтому в ходе проведенных исследований установлено, что образцы карандашей под номерами 11, 14 и 28 являются оптимальными: легко наносятся на кожу, сохраняют при этом свою форму.

Заключение

В результате проведенных исследований по изучению структурно-механических свойств разрабатываемых карандашей композитного состава для лечения воспалительных заболеваний губ и герпеса установлено, что образцы под номерами 11, 14, 28 наиболее удобны в применении на основании проведенных пенетрационных испытаний.

Список литературы

1. Анализ текстуры промышленной продукции [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.simas.ru/netcat_files/358/585/h_1a3fd22fd870c7f241e8d8f3ced4b6d2 (дата обращения: 17.04.15).
2. Веретенникова М.А. Показатели оценки качества в разработке карандашей // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1; URL: www.science-education.ru/125-20118 (дата обращения: 08.07.2015).

3. Крюкова Н.В., Пищиков Г.Б. Изучение влияния механической обработки на параметры приготовления и фасования массы бальзама для губ // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 5 (часть 3). – С. 485–488.
4. Крюкова Н.В., Пищиков Г.Б., Гаврилов А.С. Влияние состава структурообразующих компонентов на срок годности косметических изделий на жировосковой основе // *Известия УрГЭУ*. – 2013. — №6 (50). – С. 156–162. URL: <http://izvestia.usue.ru/download/50/23.pdf> (дата обращения 20.09.2014).
5. Муравьев И.А. *Технология лекарств: [в 2 т.] : учебник для студ. фарм. фак. и ин-тов / И.А. Муравьев.*— Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Медицина, 1980. — Т. 2 .— 1980. — 703 с.
6. Патент РФ № 2001130359/15, 31.03.2000.
7. Реология сырья, полуфабрикатов и готовых изделий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств [Текст]: метод. указания к лабораторным работам № 5-6 / Воронеж. гос. ун-т инж. технол.; сост. А.А. Журавлёв, Т.А. Шевякова, И.А. Никитин – Воронеж : ВГУИТ, 2013, — 24 с.
8. Dweck A.C., Burnham C.A.M. Lipstick moulding techniques – comparison and statistical analysis // *Cosmetics & Toiletries*. – 1981. Vol.96, April. – P. 61–72.

Рецензенты:

Антипова Л.В., д.т.н., профессор, профессор кафедры технологии производств животного происхождения ФГБОУ ВПО «ВГУИТ», г. Воронеж;

Шахов С.В., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» ФГБОУ ВПО «ВГУИТ», г. Воронеж.