

*В. Н. РУКАВИШНИКОВА*

## **ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА НАПОЛНИТЕЛЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ РАЗМЯГЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИИ ПБМА-ГЛИНА**

***Ключевые слова:** деформация, доделочные массы, полибутилметакрилат, наполнитель, глина, температура размягчения.*

***Аннотация.** Важным критерием возможности использования композиций на основе полимеров с минеральными наполнителями являются их механические свойства.*

*В большинстве случаев переработка полимерных материалов в изделия сводится к тому, что путем изменения температуры материалу сообщают способность легко деформироваться и принимать форму, характерную для данного изделия.*

*В работе изучены термомеханические свойства композиций ПБМА-глина и определены температуры размягчения композиций.*

Соединение частей и заполнение утрат памятников из камня и камнеподобных материалов осуществляется с помощью доделочных масс. Доделочные массы представляют собой высоконаполненные жидко-пластичные растворы полимеров [1, с. 68–75].

Многолетней практикой выбран ряд критериев использования полимерных материалов для реставрации и консервации произведений искусства.

Среди этих критериев и физико-механические свойства полимера, обеспечивающие возможность получения реставрационных дополнений, придания частично разрушенным материалам необходимых прочностных характеристик [2, с. 125–129].

Реставрация доделочными массами является сложным физико-химическим процессом. Она требует тщательного изучения, как первичных композиций – высоконаполненных растворов, так и конечных композитов – затвердевших материалов.

Важной характеристикой твердых доделочных масс является их термомеханические свойства. В большинстве случаев переработка

полимерных материалов в изделия сводится к тому, что путем изменения температуры материалу сообщают способность легко деформироваться и принимать форму, характерную для данного изделия.

Также влияние наполнителя на термомеханические свойства полимера-консерванта важно знать с практической точки зрения, так как каменные отреставрированные экспонаты могут при хранении подвергнуться тепловому воздействию. Т. о. необходимо знать, сохранят ли они в этих случаях свою форму, не подвергнутся ли деформации.

Целью данной работы являлось изучение термомеханических свойств высоконаполненных полимерных образцов доделочных масс, определение температуры размягчения и ее зависимости от количества наполнителя.

Объектами исследования служили высоконаполненные композиции, состоящие из раствора полибутилметакрилата (ПБМА) в ацетоне и наполнителя (белой и красной глины). Содержание ПБМА в растворе составляло 20 % (масс), содержание наполнителя в композиции от 10 до 50 % (об).

Термомеханические кривые получали на консистометре Гепплера по зависимости глубины погружения стержня в образец (величины деформации) от температуры.

В зависимости от количества наполнителя деформация в образцах развивается по-разному: с различной скоростью, интенсивностью.

Измеряя глубину погружения стержня, находящегося под грузом 3 кг, через каждые 15 секунд для образцов с различным содержанием наполнителя, были получены зависимости деформации от времени действия нагрузки.

Было выявлено, что в течение 30 секунд деформация развивается быстро, причем чистый полимер деформируется гораздо сильнее, чем наполненные образцы доделочных масс. От 1,5 до 3 минут устанавливается равномерное изменение деформации, поэтому для проведения эксперимента достаточно время приложения нагрузки 3 минуты.

Главной задачей исследования было определение температуры размягчения полимера с разными наполнителями. Были построены термомеханические кривые (рис. 1, 2).

По построенным термомеханическим кривым были определены температуры размягчения доделочных масс, которые приведены в (табл. 1).

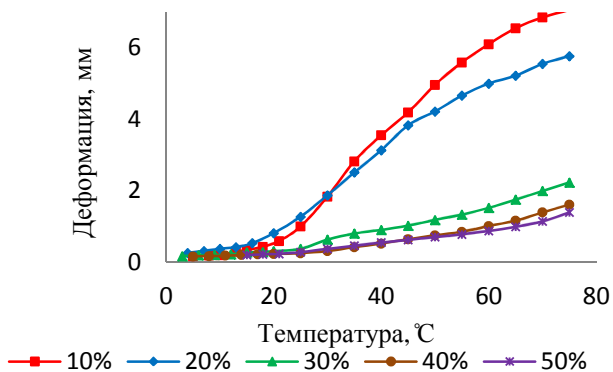


Рисунок 1 – Термомеханические кривые для образцов ПБМА, наполненных красной глиной

Содержание глины 10, 20, 30, 40 и 50 об %

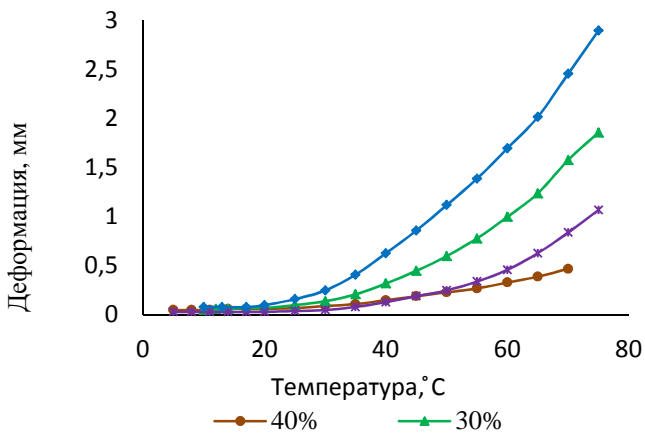


Рисунок 2 – Термомеханические кривые для образцов ПБМА, наполненных белой глиной. Содержание глины 20, 30, 40 и 50 об %

Таблица 1 – Зависимость температуры размягчения от содержания в композиции наполнителя

Количество наполнителя, об %	Температура размягчения, °С	
	Белая глина	Красная глина
10	–	19,5
20	43	20,5
30	46	35
40	48	46
50	55	58
0	17	

Из таблицы 1 видно, что температура размягчения ПБМА возрастает после введения в полимер наполнителя – глины и затем продолжает расти с увеличением его количества. Введение в полимер до 20 % (об) красной глины незначительно повышает температуру размягчения, введение же больших количеств наполнителя влечет за собой резкое её возрастание. При введении в полимер белой глины уже при небольших количествах наполнителя наблюдается сильное возрастание температуры размягчения композиции.

Увеличение температуры размягчения наполненных полимерных образцов доделочных масс обусловлено твердостью частиц глиняного наполнителя. Наполнители изменяют структуру полимера в результате сорбции сегментов макромолекул поверхностью наполнителя, образования связей полимер – наполнитель.

Наполненные полимеры можно представить себе как двухфазную систему, состоящую из твердой фазы, расположенной около частиц наполнителя, и «мягкой фазы», на которую не распространяется влияние наполнителя, т. о. по существу она представляет собой ненаполненный полимер. Для наполненных полимеров характерны две температуры стеклования, соответствующие стеклованию «мягкой фазы» ( $T_c$ ) и «твердой» ( $T_t$ ); как правило,  $T_t > T_c$ , так как в «твердой фазе» резко снижена сегментная подвижность. Разность температур стеклования зависит от степени взаимодействия полимер – наполни-

тель, и часто вместо двух  $T_c$  наблюдается расширение интервала стеклования со смещением  $T_c$  в сторону более высоких температур [3, с. 432].

Температура стеклования ПБМА, входящего в состав композиции, не изменяется ( $17\text{ }^\circ\text{C}$ ), выше нее полимер переходит в высокоэластическое состояние, частицы глины же остаются твердыми и препятствуют деформации образца (чтобы перевести частицы глины в пластичное состояние, необходимы очень высокие температуры).

Главным требованием реставраторов к используемым консервантам является устойчивость композиций к воздействию различных факторов окружающей среды во время хранения и экспозиции. Одним из таких факторов являются перепады температур при хранении отреставрированного экспоната. Необходимо знать, не повлечет ли введение полимера-консерванта при повышенных температурах размягчение (высокую деформируемость) композиции.

Влияние количества наполнителя на деформируемость образцов показано на рис. 3 и 4. Анализируя их, легко придти к выводу, что при увеличении количества наполнителя их деформируемость снижается для всех температур. Увеличение деформации с ростом температуры значительно только при малом количестве в композиции наполнителя, при высоком содержании наполнителя ( $> 30\text{ об}\%$ ) температурное воздействие мало влияет на деформируемость.

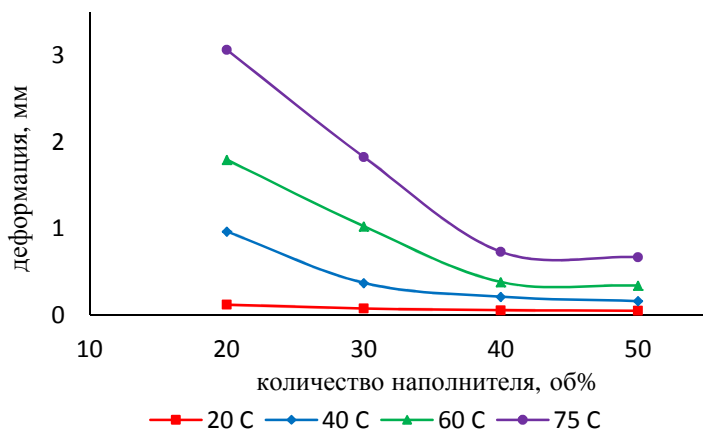


Рисунок 3 – Зависимость деформации образцов от количества наполнителя – белой глины при различной температуре

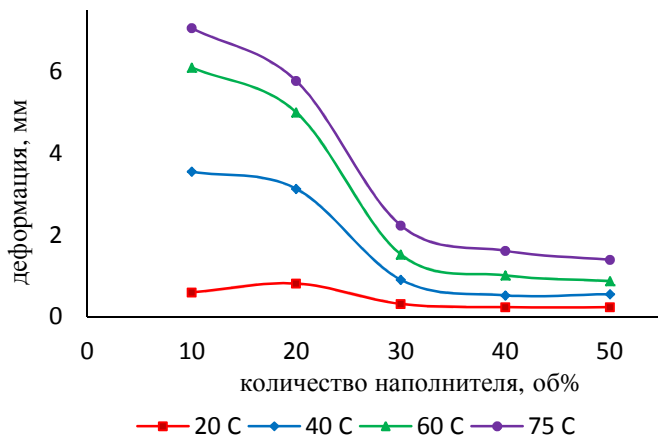


Рисунок 4 – Зависимость деформации образцов от количества наполнителя – красной глины при различной температуре

Таким образом, введение в полимер наполнителя сопровождается повышением температуры размягчения наполненной композиции, увеличении в образцах доделочных масс количества наполнителя сопровождается дальнейшим ростом температуры размягчения. Обнаружено, что при высоком содержании наполнителя ( $> 30$  об %) температурное воздействие мало влияет на деформацию образцов. Это является критерием возможности использования полибутилметакрилата в качестве консерванта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Киселёва Т. С., Волкова Н. В., Емельянов Д. Н., Баженова Н. Н. Пути регулирования физико-механических свойств наполненных композиций – доделочных масс на полиакрилатной основе при реставрации памятников из камня // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского, 2009, № 4, С. 68–75.
2. Максимова Н. Н.: Эмульгированный клей для реставрации бумаги и ткани // Сообщение ВЦН ИЛКР. 1967 № 19. С. 125–129.
3. Тугов И. И., Кострыкина Г. И. Химия и физика полимеров. М.: Химия, 1989 г. 432 с.

## **INFLUENCE OF THE AMOUNT OF THE FILLER ON THE SOFTENING TEMPERATURE OF BENTONITE COMPOSITION-CLAY**

**Keywords:** residual pastes, polybutyl methacrylate, filler, clay, deformation, softening temperature .

**Annotation.** *An important criterion for the use of compositions based on polymers with inorganic fillers is their mechanical properties. In most cases the processing of polymeric materials into product is made by changing the temperature of the material able then to deform and easily assume the shape proper to this product. We studied thermal and mechanical properties of polybutyl methacrylate-clay compositions and defined the softening temperatures of these compositions*

---

**РУКАВИШНИКОВА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА – преподаватель кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии» Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (osnovsh@yandex.ru).**

**RUKAVISHNIKOVA VALENTINA NIKOLAEVNA – lecturer of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology» Nizhny Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (osnovsh@yandex.ru).**

---