

## Про полимерную глину и не только

В одной из статей январского номера журнала «Наука и жизнь» за 2015 год, посвящённой современным материалам, используемым для творчества, упоминается весьма любопытная штука, именуемая «пластикой» или «полимерной глиной» (англ. “polymer clay”). Такое название обусловлено, с одной стороны, тем, что её основу составляет поливинилхлорид (ПВХ). С другой стороны, благодаря наличию пластификатора в составе, полимерная глина является материалом, превосходно подходящим для лепки, а сходство с обычной (минеральной) глиной, превращающейся при обжиге в прочную керамику, у её синтетического аналога обусловлено похожей способностью затвердевать при действии повышенной температуры – запекании.

Приобрести некоторое количество пластики, дабы поиграться с ней, оказалось довольно просто – её можно найти в магазинах, торгующих материалами для рукоделия и творчества. Действительно, по консистенции полимерная глина похожа на обычный пластилин – её также приходится разминать и согреть в руках перед тем, как что-нибудь вылепить. А при запекании эта довольно податливая масса затвердевает и теряет пластичность, тем самым давая возможность сохранить своё творение на значительно большее время по сравнению с аналогичными поделками из пластилина.

В Интернете есть много сайтов, посвящённых лепке из полимерной глины (например полимерная-глина.рф или kalinkapolinka.ru), кроме того, на YouTube просто огромная масса видеороликов, рассказывающих о различных техниках этого занятия.

Не удержался от экспериментов с пластикой и я, причём это повлекло за собой ещё кое-какие опыты с другими полимерными материалами, о результатах чего написано ниже.

### Содержание:

Химическое исследование пластики

Собственные находки по работе с пластикой

- а) Окрашивание материала
- б) Создание градиентного перехода. Ещё один вариант
- в) «Эбулиоскопическое запекание»
- г) Лепка полых изделий

Создание формочек (молдов) из силиконового герметика

Отливка фигурок из эпоксидного клея

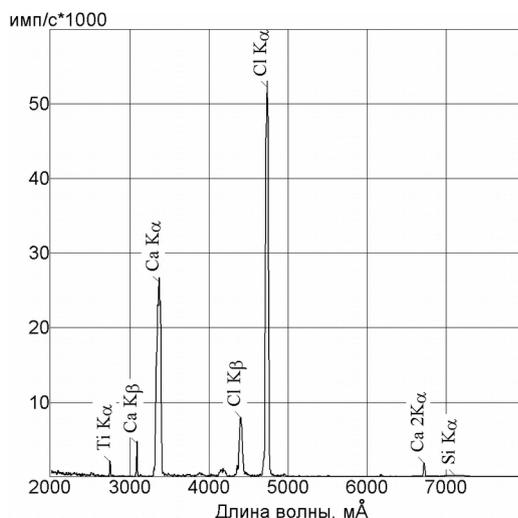
### Химическое исследование пластики

Разумеется, в первую очередь было интересно посмотреть, что полимерная глина представляет собой с химической точки зрения. В качестве непосредственного объекта исследования была выбрана пластика марки «Сонет» (“Sonnet”) белого цвета. Поскольку в химии разбираются далеко не все, то скорее всего кое-что из изложенного ниже для многих будет представлять невыносимую научную заумь. В связи этим я бы рекомендовал если что пролистать такой материал и перейти к части заметки, в которой говорится о более понятных для неспециалистов вещах.

Особых сомнений, что пластика содержит ПВХ в общем-то не возникало, поэтому результат некоторых качественных химических реакций несколько не удивил. Так, пластика при внесении в пламя спиртовки горит, но при удалении из него гаснет с выделением белого резко пахнущего дыма, который окрашивает влажную универсальную индикаторную бумагу в красный цвет. Дело в том, что при термическом разложении ПВХ образуется хлороводород HCl – газ с резким удушливым запахом, который при растворении в воде образует соляную кислоту, что и показывает покраснение индикаторной бумаги. Проба Бейльштейна (качественная реакция на галогены) с пластикой даёт положительный результат, а выпадение коричневого осадка при реакции раствора полимерной глины в пиридине со спиртовым раствором гидроксида натрия подтверждает наличие в ней именно ПВХ [1].

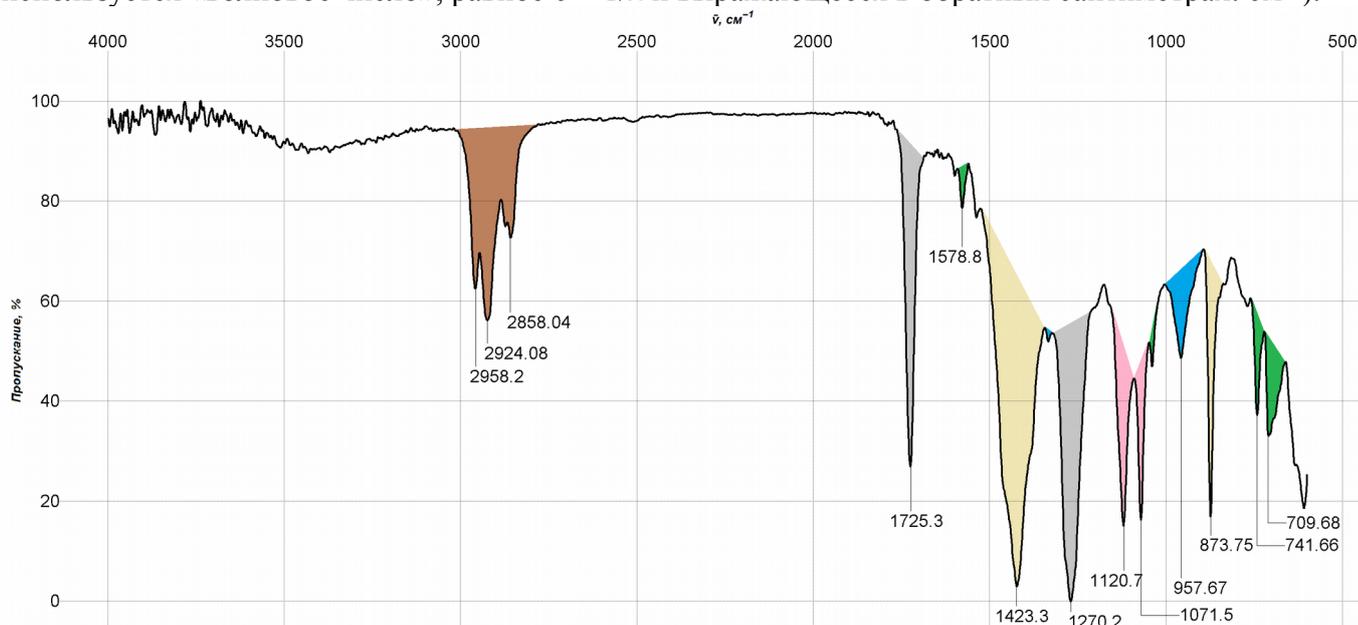
Для исследования элементного состава был использован метод рентгено-флуоресцентного анализа (РФА). Для тех, кто увидел это страшное и труднопроизносимое понятие впервые, поясню. Суть упомянутого метода заключается в том, что на образец воздействуют рентгеновскими лучами, при этом возникает вторичное (флуоресцентное) излучение, строго характеристичное для каждого

химического элемента. Определив на каких именно длинах волн «светится» облучаемый рентгеном образец, можно тем самым получить данные о его химическом составе. Данный метод анализа имеет определённые ограничения, в частности, в зависимости от конструктивных особенностей прибора он некоторые элементы может и не обнаруживать. Так, использовавшийся мной спектрометр не «видит» элементов, стоящих в периодической таблице Менделеева до натрия (в частности – углерод и водород). В результате в полученном флуоресцентном спектре удалось обнаружить линии К-серии хлора ( $K_{\alpha,Cl} - 4728,8 \text{ м\AA}$ ;  $K_{\beta,Cl} - 4403,0 \text{ м\AA}$ ), кальция ( $K_{\alpha,Ca} - 3359,6 \text{ м\AA}$ ,  $K_{\beta,Ca} - 3089,7 \text{ м\AA}$ ), а также малые по интенсивности линии титана ( $K_{\alpha,Ti} - 2749,8 \text{ м\AA}$ ) и кремния ( $K_{\alpha,Si} - 7126,2 \text{ м\AA}$ ):



Хлор, разумеется, входит в состав самого полимера (ПВХ). Наличие остальных элементов говорит о том, что исследуемая пластика содержит минеральные компоненты – соединение кальция с примесью соединений титана и кремния (вероятно, в виде  $TiO_2$  и  $SiO_2$  соответственно).

Далее был получен инфракрасный (ИК) спектр полимерной глины – он приведён ниже на рисунке. Заинтересовавшись поясню: метод ИК-спектроскопии основан на том, что разные вещества по-разному поглощают инфракрасные лучи, более того – у органических соединений некоторые части их молекул обладают своими, характерными для них особенностями, поглощая излучение с какой-нибудь определённой длиной волны  $\lambda$  (традиционно вместо этой величины используется «волновое число», равное  $\bar{\nu} = 1/\lambda$  и выражающееся в обратных сантиметрах:  $см^{-1}$ ).



Разберём с использованием литературных данных [2, 3, 4], что же имеется в ИК-спектре пластики. Полоса с максимумом поглощения  $1725 \text{ см}^{-1}$  характерна для валентных колебаний в карбонильной группе  $C=O$ , а полоса  $1270 \text{ см}^{-1}$  – для валентных колебаний связи  $C-O$  в сложноэфирной группе. В целом обе эти интенсивные полосы (выделены на рисунке серым цветом) типичны для сложных эфиров – производных карбоновых кислот и спиртов. Из этого

следует, что полимерная глина содержит в своём составе соединение, относящееся к сложным эфирам и присутствующее там в качестве пластификатора.

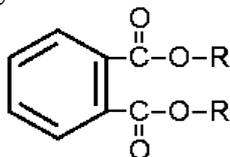
Следующие по интенсивности полосы  $1423\text{ см}^{-1}$  и  $874\text{ см}^{-1}$  (выделены светло-жёлтым) характерны для мела и потому свидетельствуют о наличии его в составе пластики. Мел с химической точки зрения представляет собой карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$  (вот в состав чего входит обнаруженный при проведении РФА кальций) и присутствует в полимерной глине в качестве наполнителя и пигмента – ведь исследуемая пластика белая и непрозрачная.

Три полосы в области  $2850\text{--}2960\text{ см}^{-1}$  (коричневый цвет) характерны для валентных колебаний С–Н-связей и типичны для органических соединений. Полоса  $1465\text{ см}^{-1}$ , характерная для деформационных колебаний  $\text{CH}_2$ - и  $\text{CH}_3$ -групп, перекрывается полосой  $1423\text{ см}^{-1}$  (мел) и выглядит как слабовыраженное «плечо» на ней.

Полосы  $1120\text{ см}^{-1}$  и  $1071\text{ см}^{-1}$  (выделение розовым цветом) отвечают колебаниям в С–О–С-группе, как раз имеющейся в эфирах.

Полосы  $709\text{ см}^{-1}$  и  $1578\text{ см}^{-1}$  относятся соответственно к деформационным и валентным колебаниям ароматического кольца, кроме того, полоса  $1040\text{ см}^{-1}$  характерна для колебаний орто-замещённых ароматических циклов, а  $742\text{ см}^{-1}$  – для внеплоскостных деформационных колебаний четырёх соседних атомов водорода ароматического кольца (выделены зелёным цветом).

Из этих данных следует, что пластификатором является сложный эфир, содержащий ароматическое кольцо, имеющее заместители в орто-положении. Под это лучше всего подходят фталатные соединения – сложные эфиры (этиловый  $-\text{C}_2\text{H}_5$ , бутиловый  $-\text{C}_4\text{H}_9$ , октиловый  $-\text{C}_8\text{H}_{17}$  или их смесь) орто-фталевой кислоты с формулой:



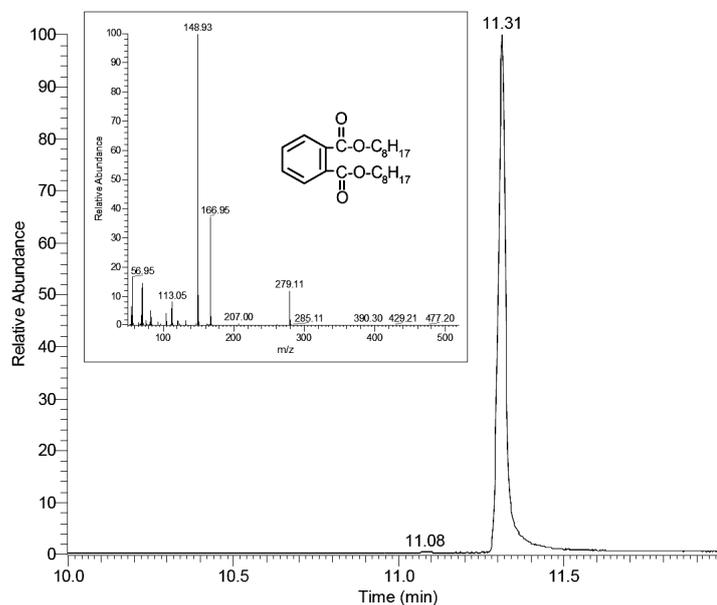
( $\text{R} = \text{C}_2\text{H}_5, \text{C}_4\text{H}_9, \text{C}_8\text{H}_{17}$ ), тем более что как раз они наиболее часто используются для пластификации ПВХ. Пластификатора в этот полимер добавляется обычно немало (в изоленте его вообще бывает до 70% по массе), что и обуславливает высокую интенсивность его полос поглощения в спектре, «забывающих» полосы собственно ПВХ, хотя некоторые из них всё-таки можно рассмотреть – это  $958\text{ см}^{-1}$ , а также  $1334\text{ см}^{-1}$ , слабая по интенсивности и отвечающая колебаниям связи С–Н в  $\text{CHCl}$ -группе (выделены синим цветом).

Для точного установления типа пластификатора он был сначала экстрагирован из пластики при помощи хлороформа. Профильтрованный для отделения нерастворившихся компонентов хлороформный экстракт далее исследовался методом хромато-масс-спектрометрии.

Здесь для непосвящённых нужно сделать следующее отступление. Хромато-масс-спектрометр конструктивно состоит из хроматографа и масс-спектрометра. Первый прибор позволяет разделять смеси веществ, главной его частью является хроматографическая колонка, которая представляет собой длинную трубку. При пропускании через неё исследуемой пробы, если та содержит несколько различных химических соединений, каждое выходит из колонки в разное время (то есть с различной степенью запаздывания, которая также зависит ещё и от температурного режима проведения анализа, конструктивных особенностей колонки и химической природы компонента) и попадает в масс-спектрометр. Там вещество подвергается воздействию пучка электронов, которые разбивают его молекулы на ионизированные осколки. Масса и количественное соотношение данных осколков строго индивидуальны для каждого вещества, благодаря чему и можно определить само соединение, к тому же существуют обширные электронные библиотеки (коллекции) масс-спектров веществ, позволяющие осуществлять автоматизированный поиск.

Таким образом, хромато-масс-спектрометрия позволяет анализировать сложные смеси и идентифицировать их отдельные компоненты.

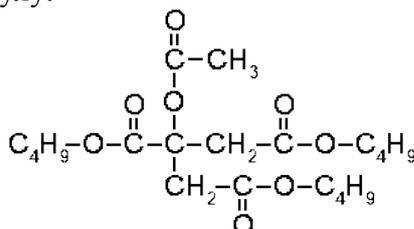
На хроматограмме экстракта из полимерной глины (см. рисунок ниже) фиксируются два пика. Масс-спектр вещества, соответствующий компоненту со временем удерживания 11,31 мин., показан на врезке рисунка, он по наличию и относительной интенсивности осколков совпадает с библиотечным масс-спектром диоктилфталата:



Другой пик (время удерживания 11,08 мин.), имеющий очень малую интенсивность, соответствует диизооктилфталату. Таким образом, хлороформный экстракт пластики содержит диоктилфталат с незначительной примесью диизооктилфталата.

Резюмируя результаты комплекса проведённых исследований можно сказать, что основу изучавшейся полимерной глины «Сонет» составляет ПВХ, содержащий диоктилфталат в качестве пластификатора и мел – в качестве наполнителя и пигмента.

Также мной с применением описанного выше комплекса инструментальных методов (РФА, ИК-спектроскопия, хромато-масс-спектрометрия) была исследована весьма популярная импортная пластика марки “Fimo Soft”. По составу минеральной части особых отличий от «Сонета» выявлено не было, а вот пластификатор там оказался совершенно иной – трибутилацетилцитрат. Это вещество имеет следующую формулу:



Данное соединение является производным лимонной кислоты и применяется не только как пластификатор полимеров, но и при изготовлении лекарств (входит в список вспомогательных веществ, используемых при производстве лекарственных препаратов).

### Собственные находки по работе с пластикой

Мне не удалось устоять перед соблазном начать что-нибудь лепить из полимерной глины самому и в процессе этого обнаружили несколько вещей, которыми вполне можно поделиться с другими.

#### а) Окрашивание материала

Ассортимент цветов имеющейся в продаже полимерной глины весьма велик, к тому же их можно смешивать в разных пропорциях, создавая всевозможные оттенки. Тем не менее, пластику можно окрасить самостоятельно. Для этого хорошо подойдёт обычный колер для лакокрасочных материалов, самое главное при этом – краситель должен быть сухим. Если колер представляет собой суспензию на водной или же спиртовой основе (таковы, например, содержащие этиленгликоль колеры марки “Palizh”, весьма распространённые и продающиеся в хозяйственных магазинах), то его следует нанести на поверхность плотной бумаги или полиэтиленовой плёнки и дать высохнуть при комнатной температуре, а полученный сухой остаток измельчить до порошкообразного состояния. Для окрашивания пластики такой порошок следует добавить к

небольшой порции полимерной глины, тщательно выместить её до равномерного распределения красителя в массе материала и получения однородного оттенка, а после хорошо смешать этот окрашенный кусочек с более крупным куском неокрашенного материала. Для наилучшего результата можно добавить к самостоятельно окрашенной глине некоторое количество покупного материала схожего флюоресцентного цвета – это придаст оттенку некоторую «живость».

Краситель (пигмент) для окрашивания пластики должен быть достаточно термостойким – ведь полимерную глину потом надо будет запекать. Мною проверено, что высушенные колеры марки “Palizh” «Изумрудный», «Ультрамарин», «Синий», «Лимонно-жёлтый» «Золотисто-жёлтый», «Розовый» и «Красно-коричневый» выдерживают нагревание на воздухе при 160 °С в течение часа без какого-либо заметного изменения в цвете.

Необходимо также учитывать, что цвета собственно колера и материала, им окрашенного, могут отличаться. Например, колер цвета «Ультрамарин» марки “Palizh” как в жидком, так и в высушенном виде имеет характерный насыщенный синий цвет. При введении его в белую полимерную глину марки «Сонет» (“Sonnet”) он окрашивает её в нежный сиреневый цвет. В связи с этим остаётся только порекомендовать перед окрашиванием полимерной глины предварительно опробовать это на её маленьком кусочке, чтобы посмотреть каким именно будет цвет после внесения пигмента – вдруг жёлтый краситель оранжевым станет?

Затемнять цвет пластики можно, добавляя в неё сажу, для получения которой нужно закоптить стеклянную или металлическую пластинку, подержав ту в пламени свечи. После этого пластику достаточно приложить к закопчённой поверхности – сажа довольно легко переходит на глину и останется только хорошо её перемешать. Окрасить полимерную глину в настоящий чёрный цвет таким образом проблематично, но описанный способ позволяет добиться довольно сильного затемнения. Мне, например, удалось белую пластику марки «Артефакт» (“Artifact”) окрасить до цвета полимерной глины «серый классический» той же марки, а оттенок у неё, надо сказать, достаточно тёмный.

#### **б) Создание градиентного перехода. Ещё один вариант**

При лепке часто возникает необходимость создать пласт полимерной глины с плавным переходом одного цвета в другой. Инструкций, как это делается, в Интернете достаточно, однако мне нигде не попалось упоминание одной тонкости, использование которой заметно ускоряет создание градиента даже при раскатке глины вручную, без специальной паста-машины. Вот как делаю я.

1. Берём два предварительно раскатанных тонких прямоугольных пласта глины разных цветов и делаем у них скосы.



2. Соединяем пласты вместе по линии скоса и сворачиваем в трубочку.



3. Раскатываем в пласт, выравнивая правый и левый края (они при этом стремятся «закруглиться») и распределяя пальцами материал. Можно вытягивать пласт в длину руками.



4. Снова сворачиваем в трубочку и т. д.

Плавного перехода между цветами описанным способом можно добиться всего за 4-5 раскатываний:



#### **в) «Эбулиоскопическое запекание»**

Часто для запекания пластики в домашних условиях советуют использовать обычную духовку. Способ сомнительный по нескольким причинам. Прежде всего не каждый кухонный жарочный шкаф позволяет более-менее стабильно держать температуру в интервале 110-130 °С (наиболее часто встречающиеся значения, рекомендуемые для запекания у разных марок полимерной глины). При сильном перегреве может начаться термическая деструкция ПВХ с выделением ядовитых веществ (хлороводород, хлорэтилен и другие нежелательные на кухне «прелести»). Кроме этого, в качестве пластификатора в полимерной глине могут присутствовать фталаты, которые полезными для здоровья тоже никак не назовёшь. И хотя самый летучий из них – диэтилфталат (диэтиловый эфир орто-фталевой кислоты) – имеет температуру кипения выше 290 °С, тем не менее он даже при 110 °С даст некоторое, пусть и небольшое, количество паров, которые неизбежно перекочат с поверхности поделки из пластики, осев на стенках той же духовки. Именно по этой причине рекомендуют для запекания использовать отдельную печь, не предназначенную в дальнейшем для приготовления пищи.

В связи с этим из потребности придумать более безопасный способ запекания пластики, который был бы по возможности максимально просто реализуем в бытовых условиях, возникла идея использовать явление под названием эбулиоскопия – повышение температуры кипения раствора по сравнению с температурой кипения чистого растворителя.

Самой доступной жидкостью, разумеется, является обычная вода, поэтому прежде всего необходимо было найти подходящее вещество. Было установлено, что раствор поваренной соли сорта «Экстра» (хлорид натрия NaCl) при концентрации последней 27% по массе (370 г соли на 1 литр воды) кипит при 110 °С.

Более высокую температуру в этом случае получить уже не получается по следующей причине. Повышение температуры кипения раствора тем больше, чем более он концентрирован, однако у хлорида натрия указанная выше концентрация фактически предельная и при попытке её увеличить соль просто больше не растворяется.

Также я экспериментировал с сахаром-рафинадом (сахароза C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>). Для него удалось найти следующие значения массовых концентраций, при которых раствор имеет определённые температуры кипения: 110 °С – 77%; 120 °С – 88%; 130 °С – 93%.

Для «эбулиоскопического запекания» понадобятся две ёмкости разного размера – алюминиевые, эмалированные или из нержавеющей стали (подойдут старые кастрюли). Меньшая из них должна иметь крышку, помещаться внутри большей и обладать размерами, достаточными для размещения внутри изделия из полимерной глины. Также она может быть из термостойкого

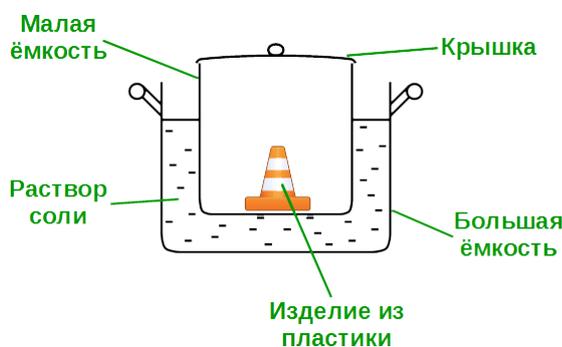
стекла или керамики. Разумеется, после запекания использовать ёмкости в кулинарных целях будет нельзя.

Между доньями обеих посудин должно быть пространство, поэтому внутри большей ёмкости следует разместить подставку и поскольку архимедову силу ещё никто не отменял, то возможно, что в малую ёмкость придётся положить что-нибудь тяжёлое, чтобы она потом не всплывала и стояла на подставке. Если ёмкости имеют боковые ручки, то меньшую из них можно зафиксировать внутри большей при помощи проволоки.

Теперь засыпьте в большую ёмкость соль (почему сахар менее предпочтителен, будет объяснено ниже) и залейте водой, чтобы её уровень доходил примерно до 2/3 высоты меньшей ёмкости. Взвесить нужное количество вещества можно на бытовых электронных весах – они вполне дают необходимую точность. Нагревание всей конструкции из двух посудин лучше выполнять на электрической плитке, расположив её на балконе. В крайнем случае можно это делать на кухонной газовой плите, не забыв включить вытяжку (они сейчас есть у многих) и открыв форточку, чтобы обеспечить вентиляцию помещения получше. Не будет лишним куда-нибудь убрать или хотя бы покрыть плёнкой имеющиеся на кухне продукты питания.

Описанная конструкция по сути является знакомой всем химикам водяной баней с тем лишь отличием, что растворённая соль (хлорид натрия NaCl) обеспечивает повышение температуры кипения выше стандартных для воды 100 °С.

Когда раствор закипит (следите, чтобы кипение не было чересчур интенсивным), можно поместить слепленное из полимерной глины изделие в малую ёмкость, накрыв её крышкой – не забывайте только поглядывать за уровнем жидкости при выкипании, подливая туда воду при необходимости. По истечении времени запекания (обычно это 30 минут) меньшую ёмкость лучше вынуть и дать остыть, после чего извлечь из неё готовое изделие.



Разные сорта полимерной глины требуют разной температуры запекания, что и указывается на упаковке. Разумеется, при наличии технической возможности (сушильный шкаф или муфельная печь, которыми обычно оборудованы химические лаборатории) лучше придерживаться данной величины, однако не стоит забывать и о том, что же полимерная глина собой представляет и как именно протекает процесс её запекания. Неотверждённая пластика – это пластизол, то есть по сути механическая смесь порошкообразного ПВХ с пластификатором (ну и наполнитель с красителем ещё имеются, конечно). При нагреве ПВХ начинает впитывать пластификатор – данный процесс называется желатинизацией и при комнатной температуре его скорость пренебрежимо мала. Частицы ПВХ разбухают и увеличиваются в размерах пока не вберут в себя весь пластификатор. Они при этом сцепляются друг с дружкой, сливаясь в итоге в монолитную массу. Процесс впитывания пластификатора вполне себе идёт и при 80 °С – существуют же сорта пластики, которые запекаются обычной варкой в воде. Сказанное означает, что даже если по рекомендации производителя полимерную глину следует отверждать при 130 °С, то из такого вовсе не следует, что запекание совсем не пройдёт при температуре немного ниже рекомендуемой.

Например, мною было проверено, что пластика марки «Сонет» (цвет «Терракота») при отверждении в вышеописанной бане в течение 40 минут с последующим плавным охлаждением (просто снял баню с плитки и оставил остывать) не имеет явных отличий по эластичности, хрупкости и твёрдости от аналогичного образца, запечённого при положенных для него условиях (30 минут при 130 °С). Справедливости ради стоит отметить, что какие-то сорта пластики действительно могут быть более требовательны к температурному режиму и их «недогрев»

возможно будет приводить к небольшому ухудшению физико-механических свойств изделий. С другой стороны, никто из полимерной глины ответственные детали для космических ракет не лепит и для собственноручно сделанной поделки запекания при 110 °С может оказаться вполне достаточно.

Баня с раствором сахара хоть и позволяет получить более высокую температуру по сравнению с соевым вариантом, однако она и более сложна в обращении. При её использовании необходимо внимательнее следить за уровнем жидкости, чтобы концентрация сахарозы и, соответственно, температура кипения раствора оставались постоянными. В случае же с солью можно засыпать небольшой её избыток в ёмкость – лишнее вещество просто не растворится и будет лежать на дне в виде осадка. Кроме этого, раствор с нужным содержанием сахара представляет собой довольно вязкий сироп (особенно наиболее высококипящий) и при нагревании он пузырится и норовит подгореть (читай – сложнее потом отмыть). Не стоит забывать также про экономический аспект этого дела – сахар заметно дороже соли, а требуется его значительно больше.

Если всё же очень хочется получить баню именно с температурой 130 °С, то могу предложить следующий вариант, который мне подсказал один добрый человек. Как оказалось, водный раствор хлорида кальция  $\text{CaCl}_2$  с концентрацией 50% имеет нужную температуру кипения (точнее – 129,7 °С). Данное вещество используется как лекарственное средство (известный «горячий укол»), а в качестве пищевой добавки E509 применяется при производстве сыров и не только. Его можно найти в свободной продаже в виде двухводного кристаллогидрата  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (именуется обычно как «Кальций хлористый 2-водный пищевой» или сходным образом).

Так как продающееся вещество является кристаллогидратом и уже содержит 24,5% воды, то для приготовления 50%-го раствора  $\text{CaCl}_2$  к 1000 массовых частей  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  нужно добавить 510 массовых частей воды. В качестве посуды для бани в данном случае я рекомендую использовать эмалированные кастрюли. При комнатной температуре хлорид кальция в указанном количестве воды весь не растворится, поэтому компоненты нужно сначала поместить в большую кастрюлю, нагреть смесь на медленном огне до полного растворения, а уже потом погружать в раствор меньшую кастрюлю. При этом необходимо отметить уровень жидкости при её закипании и в дальнейшем (в процессе запекания изделий из пластики) контролировать, подливая воду – полученный раствор можно ведь использовать многократно.

#### г) Лепка полых изделий

Незапечённая пластика при нагревании довольно плохо выдерживает нагрузку, в том числе и под собственным весом. В связи с этим для лепки часто приходится использовать различные вспомогательные средства в роли опорных каркасов.

Когда нужно изготовить из полимерной глины такие простые с геометрической точки зрения вещи, как тонкостенный стакан цилиндрической или конической формы, то лучше взять лист бумаги, свернуть его в трубочку и обернуть алюминиевой фольгой или пищевой плёнкой:



На такую поверхность можно намотать пласт глины, выровнять у него края, после чего запечь – бумага, особенно если её свернуть в несколько слоёв, поможет держать форму изделию и не даст ему искривиться. После запекания и остывания изделия бумагу с фольгой можно будет убрать.

Сформированный цилиндр можно декорировать пластикой дальше, приделать ему днище, а затем снова запечь. По данной методике я сделал вот такой стаканчик-подставку для карандашей в стиле «эмо»:



В случае, когда требуется сделать что-нибудь более сложной формы, могут пригодиться пустые ёмкости от разных продуктов. Например, если у бутылочки от йогурта «Имунеле» отрезать горловину, то оставшуюся часть можно использовать как основу для изготовления вот такой поделки:



Для создания тонкостенных изделий сложной формы только из полимерной глины я придумал следующий приём (не исключаю, что описанная ниже техника существовала и до меня, но в сети об этом сведений отыскать не получилось).

1. Берём обычную соль, лучше мелкую (её можно дополнительно измельчить в кофемолке), и смачиваем водой, чтобы она была влажная.



2. Из бумаги склеиваем форму в виде цилиндра, в которую и накладываем мокрую соль.



3. Уплотняем массу и оставляем сушиться на 7-10 дней в тёплом месте.



4. Удаляем бумагу, после чего сформованный цилиндр из сохшейся соли при помощи ножа, напильника, надфиля или наждачной бумаги «обтёсываем» и придаём ему нужную форму.



5. Оборачиваем соляную заготовку пластом полимерной глины и разравниваем стыки.



6. В зависимости от ситуации, можно провести декорирование предстоящей поделки.



Запекаем изделие и даём ему плавно остыть. Далее останется только при помощи тёплой проточной воды вымыть соль, для ускорения чего можно пользоваться подходящими инструментами (нож, отвёртка и т. п.), аккуратно выскабливая её. Остаточную влагу во избежание образования следов и разводов лучше промокнуть салфеткой. Конечный результат выглядит так:



Из-за зернистости соли внутренняя поверхность поделки получается шероховатой, с шагренью. Чтобы сделать её более гладкой, можно после стадии 4 поверхность соляной заготовки смазать сахарным сиропом, дать ему как следует высохнуть и только после этого оборачивать пластикой.

Данным способом можно создавать изделия сложной формы, причём не только со сплошными, но и с ажурными стенками:



Использование заготовки из сохшейся соли не лишено недостатков. Первый из них – заготовка долго сохнет, а попытка ускорить процесс сушкой в духовке может привести к появлению трещин (их, правда, можно «залатать» при помощи всё той же влажной соли). Второй недостаток – заготовку бывает нелегко обтесать так, чтобы она со всех сторон была достаточно ровной и симметричной. У меня на приведённых выше фото бутылочка вышла несколько кривобокой и это удалось лишь частично замаскировать декорированием её «завитушками». В связи с этим могу предложить ещё один вариант создания «растворимой основы», для изготовления которой понадобится какой-нибудь флакон или бутылка.

1. Берём приглянувшуюся ёмкость – стеклянную или пластиковую. Её поверхность можно натереть влажным куском мыла и не вытирая, дать высохнуть.



2. Растапливаем на водяной бане парафин (придётся на это пустить толстую свечу), после чего многократным окунанием или обливом наносим его на поверхность ёмкости. Таким образом нужно будет сформировать слой толщиной не менее 3-4 мм.



3. После того, как парафин застынет, иголкой процарапываем его в нескольких местах до поверхности самой ёмкости и аккуратно, чтобы не раскрошить, снимаем части парафиновой оболочки.



4. Полученные фрагменты из парафина складываем друг с другом и фиксируем канцелярскими резинками и/или скотчем.



5. Готовим насыщенный раствор соли. Проще всего это сделать насыпанием в кипяток избытка соли с перемешиванием последней, после чего раствору надо будет дать остыть до комнатной температуры.

Далее нужно приготовить гипсово-соляную смесь. На три части соли берём одну часть строительного алебастра, смешиваем, а затем добавляем к ней, также тщательно перемешивая, немного насыщенного водного раствора соли, чтобы получившаяся масса была влажной (не текучей, но и не слишком рассыпчатой). Эту смесь накладываем в парафиновую форму, обязательно уплотняя палочкой или пальцами, во избежание образования каверн (пустот).



6. Оставляем заготовку в покое на сутки, после чего снимаем с неё парафин.



Подобную заготовку можно использовать как есть (разве что наждачной бумагой убрать у неё некоторые неровности), либо, в соответствии со своими творческими замыслами, доработать её напильником и т. п. По причине присутствия в составе гипса такая заготовка из уже готовой поделки из пластика вымывается водой медленнее, чем в случае с вариантом только из соли.

Оболочку-форму для гипсово-соляной смеси можно делать не только из парафина, но и из гипса. Для этой цели алебастр нужно развести в воде и пока он не начал затвердевать, обмазать им сосуд-оригинал. После того, как гипс схватится и высохнет, получившуюся оболочку из него нужно снять с сосуда-оригинала, предварительно осторожно процарапав или пропилив (я, например, пользуюсь фрагментом старого полотна от ножовки по металлу) в нескольких местах. Далее внутреннюю поверхность частей формы необходимо обязательно смазать расплавленным парафином (его удобно наносить кисточкой), чтобы потом затвердевшую гипсово-соляную основу для будущей поделки можно было отделить от гипсовой же формы. Чтобы поверхность лучше пропиталась парафином, можно аккуратно погреть каждую часть формы над пламенем горячей свечи.

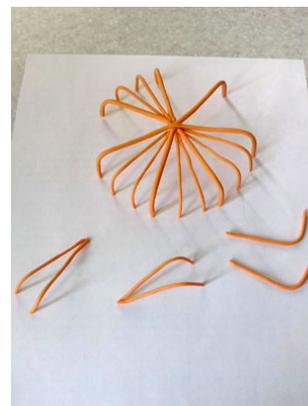
В качестве опорного каркаса может выступать сама полимерная глина – это подходит для лепки плетённых изделий.

1. Берём сужающуюся книзу ёмкость (стакан, чашка), переворачиваем её вверх дном и из нескольких раскатанных жгутов пластики формируем на ней заготовку для каркаса будущей поделки. Желательно, чтобы при этом количество опорных «лучей» было нечётным.



2. Запекаем заготовку, охлаждаем и аккуратно снимаем с ёмкости.

На рисунке видно, что несколько «лучей» от заготовки у меня, к сожалению, отломались, но это не слишком фатально, поскольку поправимо.



3. Начиная от центра на получившийся каркас наматываем длинный жгут из пластика, и формируем таким образом дно и стенки. Если длины жгута не хватит, то к его концу можно прикрепить ещё один предварительно раскатанный жгут. Сам жгут можно немного расплющить, а можно оставить его имеющим круглое поперечное сечение.

В данном случае мне удалось отломившиеся «лучи» зафиксировать всё тем же жгутом, правда это заметно затруднило сам процесс плетения.



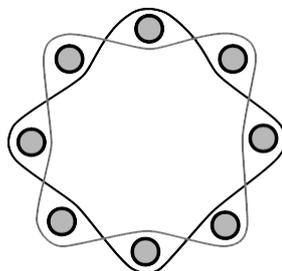
4. Края изделия можно прикрыть скрученным в двойную или тройную спираль ещё одним жгутом, после чего запечь. Центральную часть дна я также немного прикрыл спиралькой из тонкого жгутика.



В данном случае я изготовил ещё крышку, декорированную лепными же ромашкой и листьями. В итоге вышла вот такая штука:



Нечётное число опорных «лучей» предпочтительнее из-за большего удобства при лепке: если наматывать на такой каркас жгут, он один и тот же луч на каждом витке обходит то с одной, то с другой стороны. В случае чётного количества опорных лучей жгут возвращается в исходную точку на том же уровне, его приходится обрезать и делать новый виток (уровень) плетения снова. Данное обстоятельство схематически изображено на рисунке ниже:



При плетении жгуты в силу своей гибкости довольно легко провисают, особенно при формировании боковых, вертикально расположенных, стенок изделия. В связи с этим рекомендуют делать число опорных лучей тем больше, чем более крупным будет сама поделка.

### Создание формочек (молдов) из силиконового герметика

Для создания форм для литья и лепки (в том числе лепки из полимерной глины) существует специальный материал – формовочный силикон, однако найти его в продаже в фасовке меньше 5 кг бывает сложно. Так как не каждый захочет тратить деньги на покупку целых пяти кило этого добра лишь для того, чтобы просто попробовать самому изготовить формочку или, по-другому, молд (от англ. “mold”), то в Интернете легко отыскать описание другого, более бюджетного, варианта. Для этой цели предлагается к использованию силиконовый герметик – данный материал продаётся чуть ли не в каждом хозяйственном магазине и цена у него весьма демократичная.

При первой же попытке изготовления молда из герметика (я использовал белый санитарный марки «Момент») выясняются два его самых главных недостатка при использовании для таких целей. Первый – от него ощутимо пахнет уксусом, так как герметик содержит в своём составе вещество под названием ацетоксисилан. Уксусное «благоухание» приходится терпеть, поэтому проводить сушку (отверждение) герметика лучше на открытом воздухе или в хорошо проветриваемом помещении.

Второй недостаток – герметик довольно долго сохнет и особенно это заметно на участках, где материал имеет большую толщину, поскольку у него затвердевание идёт от поверхности, и в глубине он может оставаться жидким (текучим) достаточно долго – до нескольких суток и больше.

По этой причине при изготовлении молда опалубку для заливки в неё герметика лучше делать из пористого материала – бумаги или картона (в случае небольших предметов сгодится и пустой спичечный коробок). Благодаря этому увеличивается площадь контактирующей с воздухом поверхности, что несколько ускоряет затвердевание силикона. В целом герметик наиболее подходит для изготовления молдов, где предмет-оригинал не требует погружения глубже ~ 5 мм.

После того, как герметик окончательно схватился, предмет-оригинал можно извлекать. Следует отметить, что металлические предметы из сплавов на основе железа имеют довольно низкую адгезию (степень сцепления) к силикону. По этой причине железные оригиналы извлекаются из герметика довольно просто. В случае с другими материалами предмет-оригинал перед помещением его в массу герметика лучше предварительно смазать глицерином (продаётся в аптеках) или обычным кремом для рук.

Ниже приводятся фотографии, иллюстрирующие процесс создания подобного молда.

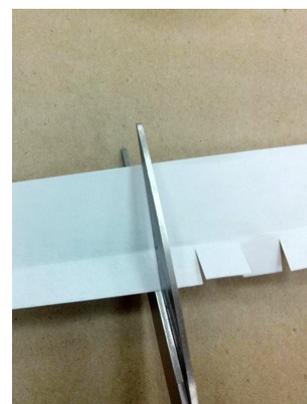
1. На листе бумаги намечаем контуры предмета-оригинала (створка раковины моллюска).



2. Оцениваем, какая глубина будет у опалубки для заливки силикона.



3. Исходя из оцененной глубины отрезаем полоску бумаги с небольшим запасом, отгибаем этот запас и делаем на отогнутой части надрезы ножницами.



4. При помощи клея прикрепляем полоску на лист бумаги вокруг намеченного контура предмета-оригинала.



5. Проверяем, соответствие размеров опалубки и предмета-оригинала.



6. Заполняем опалубку силиконовым герметиком.



7. Разравниваем массу.



8. Погружаем в силикон раковину, смазанную глицерином.



После полного отверждения (мне пришлось ждать две недели, чтоб наверняка) раковина была аккуратно извлечена – я это делал под проточной водой, чтобы глицерин сразу смывался. После обрезки лишней бумаги получилось вот это:



## Отливка фигурок из эпоксидного клея

Эпоксидный клей может служить в качестве материала для изготовления различных фигурок методом литья. Продающаяся в хозяйственных магазинах «эпоксидка» представляет собой двухкомпонентный материал – собственно эпоксидную смолу и отвердитель на основе полиаминов (и то, и другое – не самые приятные вещества, поэтому работать с ними надо поаккуратнее, лучше – в резиновых перчатках и в проветриваемом помещении). Смолу и отвердитель перед использованием необходимо смешать друг с другом, а поскольку они – вязкие прозрачные жидкости, то после затвердевания клея (окончания полимеризации) получается прозрачная или слегка матовая масса светло-жёлтого цвета, соответствующего цвету исходной смолы.

Саму смолу можно окрашивать и для этого подойдут уже упоминавшиеся выше колеры для краски. Их можно вводить в смолу как в жидком, так и в высушенном и растёртом в порошок виде – не забывайте только как следует их перемешивать.

При необходимости сделать смолу непрозрачной в неё следует добавить наполнитель – высушенный и растёртый в мелкий порошок канцелярский штрих-корректор для этого вполне подойдёт. Наполнитель можно вводить и для экономии самой смолы, в этом случае лучше использовать довольно дешёвый строительный алебастр – он очень хорошо смешивается со смолой и его можно насыпать в неё довольно много. Добавление в смолу алюминиевой пудры (продаётся в хозяйственных магазинах как краска-серебрянка) позволяет создать эффект «металлик».

В случае с колером марки “Palizh” цвета «Золотисто-жёлтый» я столкнулся с тем, что после затвердевания этот колер меняет цвет. Только что полученная смесь, как ей и положено, жёлтая, однако при отверждении цвет её становится оранжево-коричневым. Похожее явление происходит и с колером «Лимонно-жёлтый» той же марки – по всей вероятности, при полимеризации краситель тоже каким-то образом вовлекается в процесс, что и приводит к наблюдаемым изменениям.

Вязкость смолы обуславливает возникновение проблемы в виде многочисленных пузырьков воздуха, которые захватываются при интенсивном перемешивании материала и отрицательно сказываются на качестве получающихся отливок. Для минимизации этого следует сначала подготовить саму смолу, добавив в неё колер и/или наполнитель, дать отстояться, чтобы из неё вышли наиболее крупные пузырьки и только после этого вводить в неё отвердитель, перемешивая его как можно аккуратнее. Процесс затвердевания идёт постепенно, в связи с чем готовую массу тоже можно на время около получаса оставить в покое для выхода всё того же воздуха и только после этого заливать в форму. Процесс полимеризации занимает сутки. Если же по истечении этого времени смола останется немного липкой, то либо оставьте её в покое ещё на пару дней, либо выполните так называемое доотверждение – погрейте изделие несколько часов при температуре 70-80 °С на водяной бане.

Если требуется создать плоское изделие в форме многоугольника, то можно действовать так.

1. Из тонкого картона (коробки от чая и шоколадок для этого вполне сгодятся) вырезаем полоски шириной, соответствующей толщине создаваемого изделия, сгибаем в нужных местах и соединяем их концы.

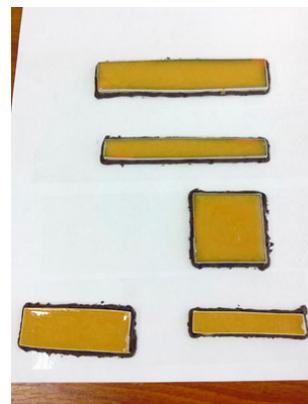
Эпоксидная смола после затвердевания легко отстает от ровной поверхности из полипропилена, поэтому лучше на картон предварительно наклеить скотч (его основу как раз и составляет полипропиленовая плёнка).



2. На лист бумаги или картона также следует наклеить полосу скотча, после чего на ней создать формочку, закрепив картонную полосу (разумеется, стороной со скотчем внутрь) при помощи пластилина.

Пластилин нужно предварительно раскатать в тонкий жгутик. Можно также поступить следующим образом. Скатать сначала из пластилина небольшой цилиндр и поместить его в одноразовый шприц (без иглы), который далее нагреть в горячей воде (например, проточной водопроводной) – размягчившийся пластилин легко будет выдавить в виде тонкого и равномерного по толщине жгута.

3. Теперь в полученную формочку можно залить подготовленную эпоксидную массу и оставить полимеризоваться.



4. После затвердевания смеси останется только извлечь готовые изделия, у которых, возможно, придётся немного обработать края наждачной бумагой для удаления заусенцев, которые иногда образуются из-за незначительного подтекания эпоксидной массы.



Подобным способом я изготовил фишки для игры «Гексания»:



При подготовке формочек для фишек пришлось предварительно сделать вот такой простенький вспомогательный инструмент (шестиугольная пластина из эпоксидки и приклеенная к ней рукоятка из туго свёрнутого бумажного рулончика) – с помощью него было намного удобнее удерживать полосу картона во время фиксации её пластилином:



Литература:

- [1]. Попова Г.С., Будтов В.П., Рябикова В.М., Худобина Г.В. Анализ полимеризационных пластмасс. Л.: Химия. 1988. 304 с.
- [2]. Смит А.Л. Прикладная ИК-спектроскопия. М.: Мир. 1982. 328 с.
- [3]. Купцов А.Х., Жижин Г.Н. Фурье-спектры комбинационного рассеивания и инфракрасного поглощения полимеров. Справочник. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2001. 656 с.
- [4]. Криминалистическое исследование лакокрасочных материалов и покрытий. Методическое пособие. Под ред. Л.Д. Беязевой. М.: ВНИИСЭ. 1977. 400 с.

© Широков Александр, 10.03.2018