

Тема: Создание композита

Группа: МТМО-22-3

Студент: Фролов Н.В.

Github: <https://github.com/gitzen/df-composite>

GitHub Wiki: <https://github.com/gitzen/df-composite/wiki>

Описание

Проект был выполнен с целью создания композитного материала и дальнейшего проведения испытания на изгиб.

Изготовление

В качестве матрицы для двух заготовок было взято 5 листов А4 общей массой 24 грамма (рисунок 1).



Рисунок 1 – Масса бумаги

Бумага была измельчена вручную и разведена в теплой воде (0,4 л). В дальнейшем, вся получившаяся масса была помещена в блендер и повторно измельчена до однородности (рисунок 2).



Рисунок 2 – Получение однородной массы

После получения однородной массы вся лишняя вода была отжата для избавления от лишней воды (рисунки 3 и 4). Это необходимо потому, что в дальнейшем будут добавляться жидкие клеящие компоненты, и нельзя, чтобы они разбавлялись относительно общей массы.

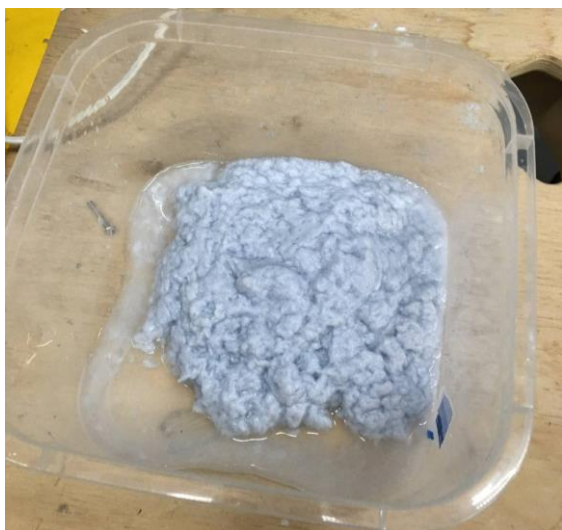


Рисунок 3 – Масса до избавления от воды

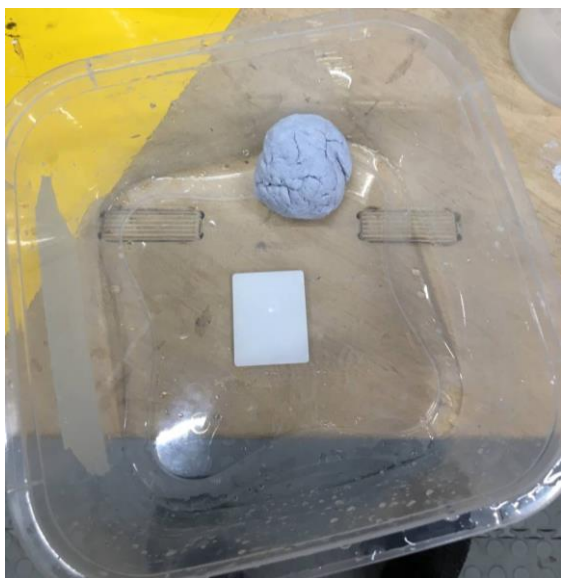


Рисунок 4 – Масса после избавления от воды

В качестве связующего элемента был использован обойный клей KLEO Optima, и замешан в пропорциях, указанных на коробке (рисунок 5–7).

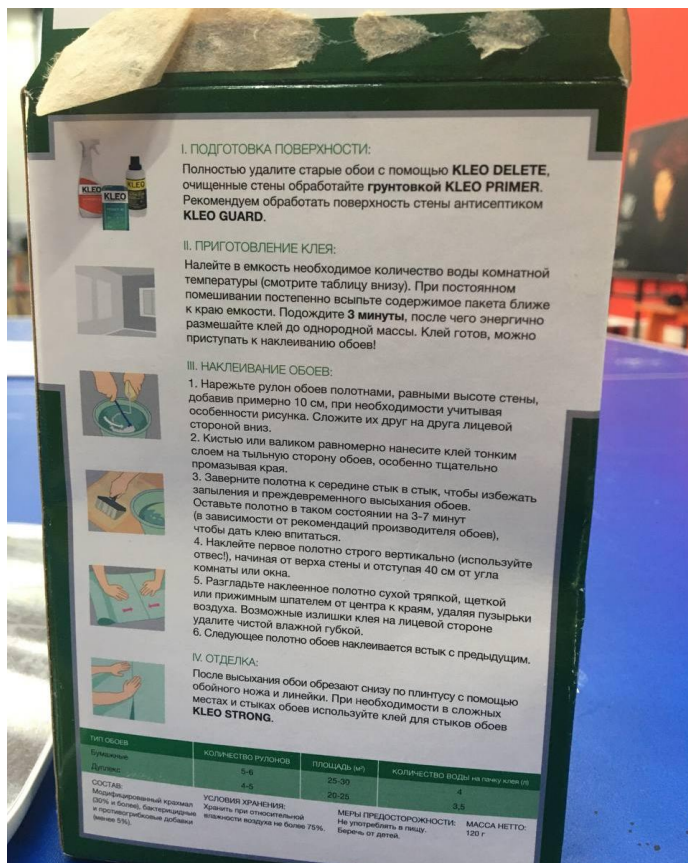


Рисунок 5 – Задняя сторона упаковки клея с инструкцией по разведению



Рисунок 6 – Масса клея



Рисунок 7 – Масса воды для разведения

После добавления клея структура, по зрительной оценке, получилась недостаточно связанной и было принято решение добавить дополнительно 15 граммов крахмала. Был выбран именно крахмал, так как он должен обеспечить более клейкую структуру без дополнительного добавления клея.

В качестве наполнителя был выбран гипс (30 граммов), чтобы увеличить прочностные характеристики и дополнительно связать материал (рисунок 8).



Рисунок 8 – Масса крахмала и гипса

После замешивания всех дополнительных компонентов было сделано два образца (рисунки 9, 10). Образцы были оставлены сушиться на батарее.

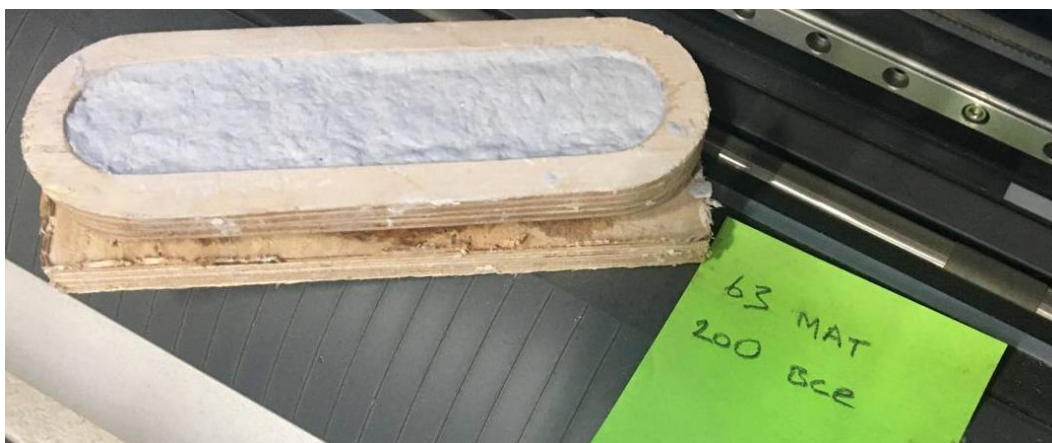


Рисунок 9 – Вид и масса I образца



Рисунок 10 – Вид и масса II образца

Замеры массы вместе с тарой снимались 3 дня после подготовки образца. Сами образцы были сделаны 24.10.22, первые измерения были 25.10.22 (рисунки 11, 12), вторые 26.10.22 (рисунки 13, 14), последние измерения были сделаны уже 31.10.22 (рисунки 15, 16). После измерений 25.10.22 образцы были перевернуты в своих формах для лучшей просушки с обеих сторон. В дальнейшем до момента полного высыхания ничего с образцами не делалось.



Рисунок 11 – Измерение I образца 25.10.22



Рисунок 12 – Измерение II образца 25.10.22



Рисунок 13 – Измерение I образца 26.10.22



Рисунок 14 – Измерение II образца 26.10.22

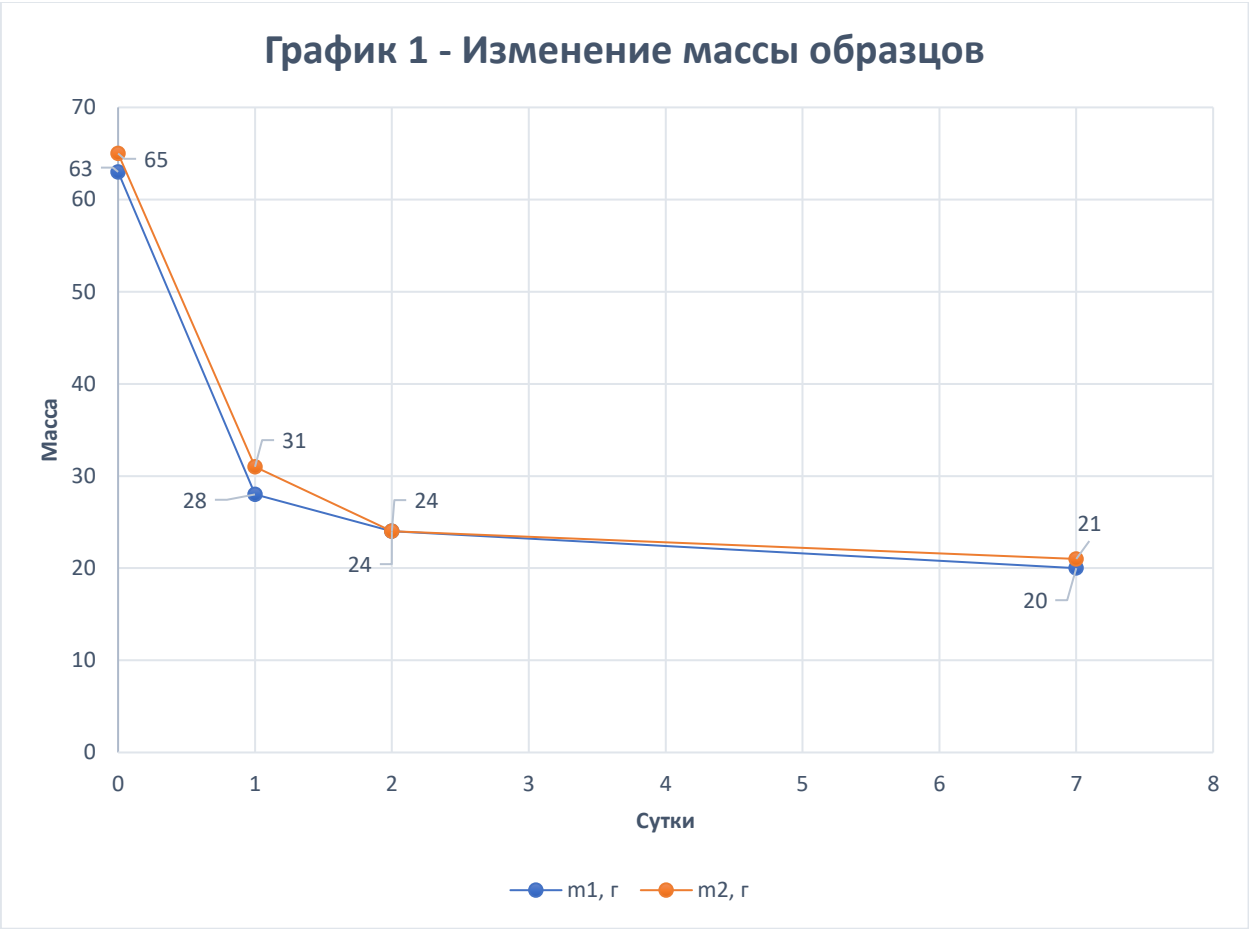


Рисунок 15 -Измерение I образца 31.10.22



Рисунок 16 – Измерение II образца 31.10.22

Конечная масса образцов 20 граммов и 21 грамм для I и II соответственно. Полную динамику изменения массы можно увидеть на графике 1.



Испытание на изгиб

Перед испытанием образцы были подписаны (рисунок 17) и измерены для дальнейших расчетов (рисунок 18). Замеры брались с центра, левой и правой сторон образцов для точности.



Рисунок 17 – Подписанный второй образец

Образец	Длина	Ширина	Толщина
I - 1	11.06	34.07	± 0.05
II - 2	10.79	35.31	± 0.05
II - 2 (лев)	12.32	34.04	пр. 10.68 ± 33.81
II - 2 (1)	11.47	35.40	11.82 ± 34.87

Рисунок 18 – Результаты измерения размеров образцов

Испытание на изгиб было проведено на оборудовании кафедры МЦМ. Испытательная машина управляется с компьютера и пульта установки (рисунок 19).



Рисунок 19 – Компьютер и пульт управления

Для проведения испытания образец устанавливают в машину и проверяют устойчивость на опорах, после чего начинают испытание (рисунок 20). Из-за специфики материала и получения лучшей точности измерений была выбрана скорость в 2 мм/мин.

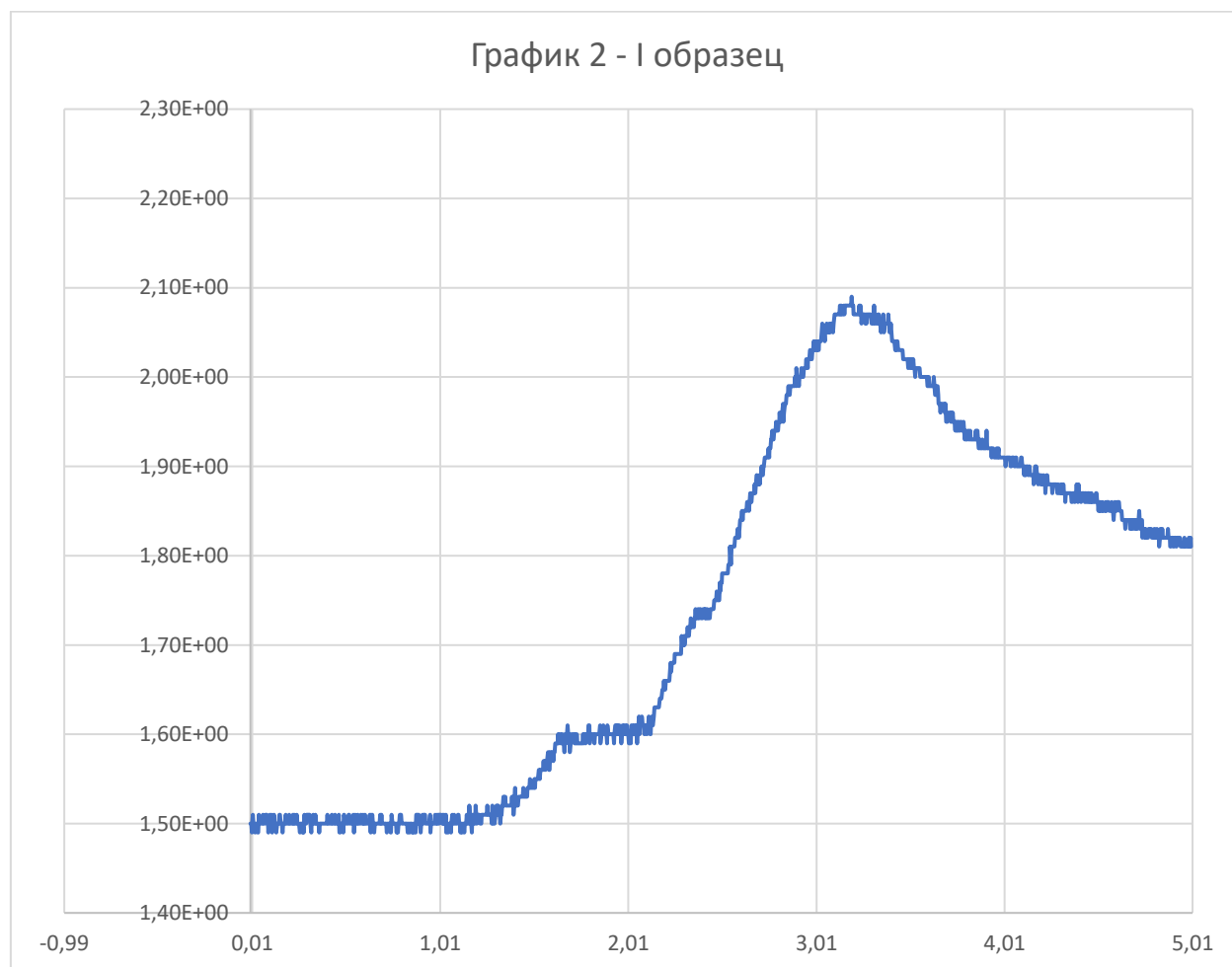


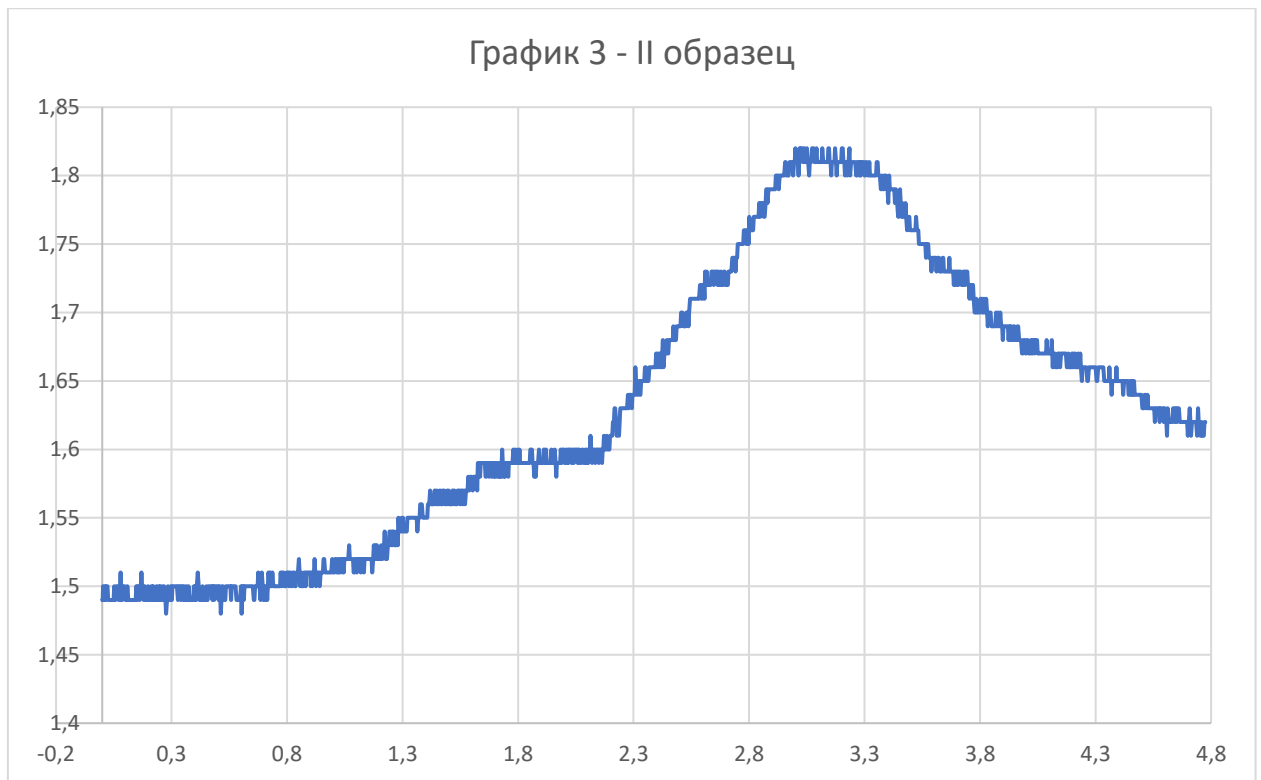
Рисунок 20 – Испытание на изгиб

Испытание останавливалось после появления трещины и нарушения целостности образца. После проведения испытания на обоих образцах, данные для дальнейшей обработки с компьютера были переданы в форматах .rez и .txt.

Обработка результатов

Полученные данные были переведены в MS Excel для построения графиков и дальнейшей обработки (графики 2, 3). Все данные приложены в файлах "sample I" и "sample II".





Все данные приложены в файлах “sample I” и “sample II”.

Для данного композита можно определить предел текучести ($\sigma_{0,2}$), предел пропорциональности ($\sigma_{пц}$) и предел прочности (σ_b) по формулам:

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}l}{4W} ;$$

$$\sigma_{пц} = \frac{P_{пц}l}{4W} ;$$

$$\sigma_b = \frac{P_{0,2}l}{4W} .$$

Поскольку образцы имеют прямоугольное сечение момент сопротивления (W) будет равно:

$$W = \frac{bh^2}{6} ,$$

где b – ширина образца, h – высота.

Размеры образца будут взяты, как среднее арифметическое их замеров (рисунок 18).

Таким образом $b_{\text{ср}} = 34,01$ мм, $h_{\text{ср}} = 11,35$ мм; $b_{\text{IIср}} = 35,19$ мм, $h_{\text{IIср}} = 11,36$ мм.

Для определения величины нагрузок воспользуемся диаграммами изгибов и полученными данными. Исходя из данных, $P_{I0,2} = 1,6$ Н, $P_{Iпц} = 1,58$ Н, $P_{Ib} = 2,09$ Н; $P_{II0,2} = 1,6$ Н, $P_{IIпц} = 1,59$ Н, $P_{IIb} = 1,82$ Н.

Расстояние между опорами $l = l_I = l_{II} = 100$ мм.

С учетом всех данных был произведен расчет и результаты занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов

	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_{пц}$, МПа	σ_b , МПа
I образец	46,73	46,15	61,05
II образец	48,44	48,14	55,1

Вывод

В ходе проекта был создан композитный материал и проведены испытания на изгиб. Результаты испытания были обработаны.

В целом можно сказать, что в ходе проведения проекта было допущено несколько грубых ошибок, основная из которых – малая выборка образцов. По этой причине сейчас трудно точно сказать из-за чего появились расхождения в результатах и насколько они критичны. Могу только предположить, что в ходе сушки композита, во втором образце, могли появиться поры, которые повлияли на предел прочности. Возможно также, что во время формовки образца была допущена неаккуратность и во внутрь был загнан лишний воздух, который сказался на структуре.