

М. М. Ревяко, В. В. Табанькова

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННОГО ДРЕВЕСНОГО ПЛАСТИКА НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА

В настоящее время важное значение приобретает проблема использования отходов механической переработки древесины, в частности, опилок. Один из методов утилизации опилок — использование их в качестве наполнителей для композиционных древесных пластиков. Композиционные древесные пластики применяются во многих отраслях народного хозяйства. Для использования КДП в качестве теплоизоляционных конструкций, фрикционных и антифрикционных деталей и др. требуется знание теплофизических констант этих материалов.

В настоящей работе исследовались теплофизические характеристики материала, полученного путем горячего прессования березовых опилок разных фракций с полиэтиленом высокой плотности, совмещенным с перекисью дикумила, являющейся сшивающим агентом для полиэтилена. Опилки фракции 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 мм и смеси этих фракций вводились в количестве 25, 35, 50, 60, 75% по отношению к весу композиции. Перекись вводилась в количестве 5% от веса полиэтилена. Режим прессования образцов: температура $170^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, давление 320 кгс/см^2 , время выдержки 1 мин/1мм толщины. Образцы изготовлялись в виде брусков $120 \times 15 \times 10 \text{ мм}$ и дисков $50 \times 2 \text{ мм}$. Результаты экспериментов обрабатывались методом математической статистики. Для определения теплофизических свойств не существует стандартной методики, поэтому определение этих свойств пластика проводилось на приборе, схема которого представлена на рис. 1.

Испытуемый образец 2 в виде диска диаметром 50 мм и толщиной 2 мм закладывался в металлическую прессформу 3, помещаемую в термостатирующую жидкость 6 с термопарой $t_0 = \text{const}$. Одна сторона образца нагревалась малоинерционным нагревателем 5. Замер температур производился при помощи термопары 4, заданное давление передавалось через подвижную плиту 1. В начальный момент испытания температура образца равнялась температуре термостатирующей жидкости.

При включении нагревателя тепло от него передавалось на образец, в результате чего температура на нижней и верхней по-

верхностях образца изменялась. Испытания проводились до тех пор, пока не устанавливалось постоянное значение разниц температур на нижней и верхней поверхностях образца. Через каждые 30 сек замерялась разниц температур (э. д. с.) Δt_w , а в конце опыта фиксировалась величина Δt_w стационарная. Затем опреде-

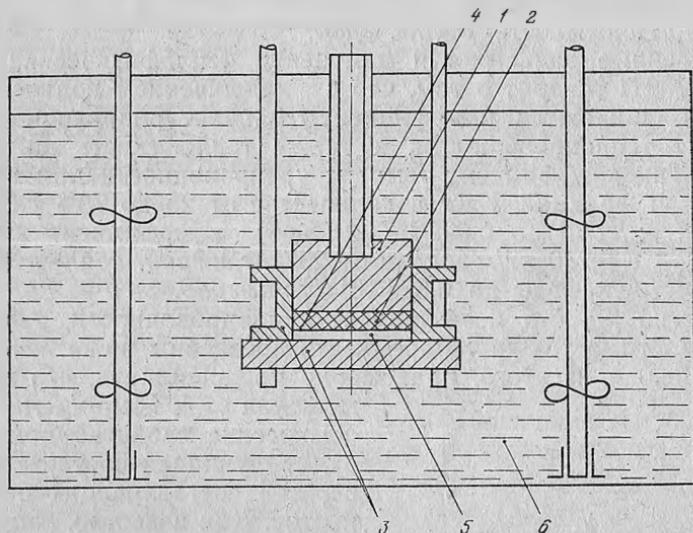


Рис. 1. Схема установки для определения теплофизических свойств композиционных древесных пластиков.

лялось отношение разности температур для определенных моментов времени к стационарной разности температур, т. е. Q_w . По известному Q_w таблице в литературе [1] находилось значение критерия Фурье и строилась зависимость:

$$F_0 = f(\tau).$$

Опытные точки ложились на прямую линию, тангенс угла наклона, который к оси абсцисс равен отношению коэффициента температуропроводности образца к квадрату его толщины:

$$\Delta F_0 / \Delta \tau = \operatorname{tg} \alpha = a / \delta^2,$$

откуда $a = \delta^2 \operatorname{tg} \alpha$,

$$\lambda = q_w \delta / \Delta t_{w \text{ стац}},$$

где q_w — удельный тепловой поток;
 λ — коэффициент теплопроводности, *вт/м.град*;
 a — коэффициент температуропроводности.

$$q_w = \frac{0,86 \cdot I \cdot u}{2f},$$

где f_n — размеры нагревателя;

$$c = \frac{\lambda}{a\rho},$$

ρ — плотность, $г/см^3$,

c — теплоемкость, $дж/кг \cdot град$.

Полученные зависимости изменения теплофизических характеристик КДП говорят о том, что с увеличением количества наполнителя снижаются коэффициент температуропроводности, коэффициент теплопроводности, а также теплоемкость композиций (рис. 2). Так коэффициент температуропроводности при введении наполнителя фракции 2 мм в количестве от 25 до 75% снижается с $0,115 \cdot 10^7$ $м^2/град$ до $0,099 \cdot 10^7$ $м^2/град$; коэффициент теплопроводности — с $0,280$ $вт/м \cdot град$ до $0,237$ $вт/м \cdot град$, теплоемкость — с $0,349 \cdot 10^4$ $дж/кг \cdot град$ до $0,326 \cdot 10^4$ $дж/кг \cdot град$.

Известно [2], что коэффициент теплопроводности, температуропроводности, а также теплоемкость древесины ниже, чем полиэтилена. Исходя из этого, правомерно предположить, что при совме-

щении этих компонентов теплофизические свойства композиции будут функцией соответствующих свойств составляющих ее компонентов. Как известно, сопротивление тепловому потоку пропорционально числу контактов и обратно пропорционально площади контакта. Следовательно, теплопроводность будет тем выше, чем теплопроводность наполнителя, степень наполнения и площадь контакта и чем меньше число контактов наполнителя.

Эти соображения полностью подтверждаются данными по исследованию теплофизических характеристик композиционных древесных пластиков на основе полиэтилена [3].

Исследование теплостойкости композиционных древесных пластиков по методу Мартенса с содержанием полиэтилена с 50% и выше показывает, что она увеличивается с увеличением количества наполнителя. Так, композиции фракцией 2 мм при 50%-ном на-

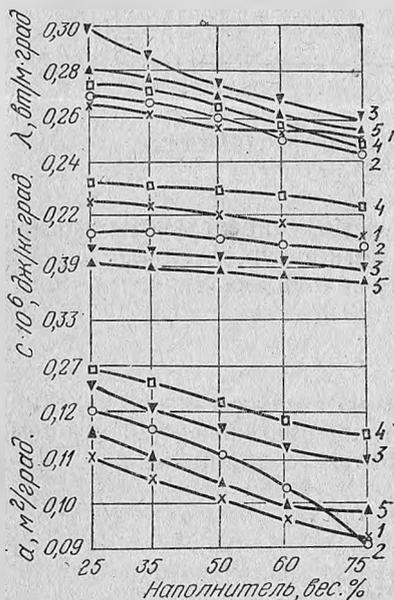


Рис. 2. Зависимость теплофизических свойств композиционного древесного пластика от содержания наполнителя.

1 — 0,5; 2 — 1,0; 3 — 2,0; 4 — 3,0; 5 — 5,0 фракции.

полнении имеют теплостойкость 80°C , а при 75%-ном наполнении теплостойкость увеличивается до 98°C . При рассмотрении теплостойкости смеси фракций максимальные значения теплостойкости также наблюдаются для композиций с наибольшим количеством наполнителя. Однако если наибольшей теплостойкостью обладают композиции, содержащие наполнитель 1—2 мм, то для смеси фракции этот максимум смещается несколько вправо, и максимальное значение теплостойкости мы наблюдаем для композиций, содержащих наполнитель смеси фракций 2—3 мм. Это на наш взгляд, объясняется тем, что частицы наполнителя указанных размеров, обладают достаточно развитой удельной поверхностью, имеют наибольший контакт с полимерной матрицей.

К тому же древесина, обладая довольно высокой теплостойкостью, сохраняет это свойство и в измельченном состоянии. Как известно, теплостойкость по Мартенсу определяется величиной деформации, образующейся под постоянной нагрузкой при постоянном повышении температуры. А для композиционных древесных пластиков общая деформация есть сумма деформаций элементарных участков. Чем больше элементарных участков с неизменной деформацией (участков древесного наполнителя), тем меньше величина общей деформации, тем выше должна быть температура, при которой достигается установленная при испытании величина деформации. Таким образом, теплостойкость КДП будет увеличиваться с увеличением степени наполнения, так как теплостойкость древесины выше, чем полимерного связующего.

В результате проделанной работы доказано, что теплофизические показатели КДП на основе полиэтилена (удельная теплоемкость, температуропроводность, теплопроводность) снижаются с увеличением количества наполнителя, а теплостойкость пластика возрастает с увеличением содержания наполнителя вследствие того, что теплостойкость древесины выше теплостойкости сшитого полиэтилена. Таким образом, на основании проведенных исследований видно, что композиционные древесные пластики на основе полиэтилена имеют хорошие теплофизические характеристики, которые дают возможность применять их для деталей, работающих при значительных температурах.

Литература

- [1] В. О. Фогель, П. Г. Алексеев, Инженерно-физический ж., 1962, т. 5, № 2, 10, 1962. [2] Н. И. Никитин, Химия древесины и целлюлозы, М., 1962. [3] М. М. Ревяко, А. И. Зеленский, А. А. Жерко, Е. Г. Коновалов, Л. Ф. Петрова. Мат.-лы науч.-техн. конф. по итогам научных работ 1968. Минск, 1969, 252.