

**ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ И МИНЕРАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО****Ю. А. Василевская***Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научный руководитель Л. Ю. Дубовская

Стружка и опилки, которые являются отходами деревообрабатывающего производства, чаще всего отправляются в топку ближайшей котельной, послужив, таким образом, общегосударственной задаче перехода на использование местных источников энергии. Хотя существует и более рациональное применение древесным отходам – в качестве сырья для производства древесных плитных материалов, которые затем получают вторую жизнь в строительной и мебельной промышленности. Из всех древесных отходов опилки отличаются массовостью выхода, однородностью по форме и размерам. Они как бы являются специально подготовленным полуфабрикатом для дальнейшего использования. Относительно низкая стоимость древесных отходов, а также непрерывная возобновляемость древесных ресурсов обуславливают повышенный интерес к этим материалам. Изыскание путей и методов рационального использования древесины и отходов её переработки является важной задачей науки и производства. Одним из путей рационального использования отходов переработки древесины является производство композиционных материалов.

Рост малоэтажного строительства, наблюдаемый в последнее время в Республике Беларусь, вызывает необходимость развития производства древесных композиционных материалов на основе минеральных вяжущих.

Хорошим вяжущим является жидкое стекло, которое можно использовать практически с любыми заполнителями. Если учесть, что при это не выделяются токсичные вещества, а полученные на его основе материалы становятся негорючими и биостойкими, то использование жидкого стекла в композиционных материалах становится перспективным.

На кафедре технологии деревообрабатывающих производств Белорусского государственного технологического университета были разработаны составы древесно-клеевых композиций на основе мягких древесных отходов и модифицированного жидкого стекла: конструкционный, полученный методом горячего прессования в полочных прессах (содержание вяжущего – 70 мас. ч. на 100 мас. ч. опилок) и теплоизоляционный, полученный без прессования в формах при комнатной температуре (содержание вяжущего – 220 мас. ч. на 100 масс. ч. опилок).

Для оценки воздействия вяжущего на компоненты древесины применяли дифференциально-термогравиметрический (ДТГ) и термогравиметрический (ТГ) анализы с использованием прибора METTLER TOLEDO (Швейцария), модуль ТГ-50. Экспериментально получаемая ТГ кривая зависимости изменения массы от температуры (называемая термогравиметрической кривой или термограммой) позволяет судить о термостабильности и составе образца в начальном состоянии, о термостабильности и составе веществ, образующихся на промежуточных стадиях процесса и о составе остатка, если таковой имеется.

Математическое дифференцирование ТГ кривой (ДТГ кривая) позволило более точно определить температуры начала и конца реакции, а по пику ДТГ кривой – температуру максимальной скорости реакции.

Образцы древесных опилок и композиционных материалов нагревали в программированном режиме в специальных термовесах до высоких температур и графически записывали изменение массы изучаемого вещества в зависимости от температуры и времени нагрева в виде характерной термогравиметрической кривой (ТГ кривая). Исследования проводили при увеличенной (термоокислительная деструкция) и ограниченной подаче воздуха (термическая деструкция).

Навеска образца составляла 6,6–6,7 мг, скорость нагревания 5 °С/мин. ТГ – кривые записывали в интервале температур 25–700 °С. Обработку результатов эксперимента, заключающуюся в выполнении математического преобразования кривой потери массы ТГ (ДТГ), выполняли в программе STAR, позволяющей произвести расчеты потери массы в зависимости от температуры и времени нагревания.

Термический анализ термограмм, полученных при динамическом нагреве образцов при термоокислительной и термической деструкциях, показал наличие ряда тепловых эффектов, указывающих на высокую тепловую активность компонентов древесных опилок и исследуемых композитов.

Дифференцирование ТГ-кривых показало, что в интервале температур 20–185 °С на кривой ДТГ всех образцов, независимо от вида деструкции, наблюдается незначительная потеря массы, обусловленная испарением физической и химической воды. По достижении температурного интервала 185–385 °С во всех образцах начинается стадия активного пиролиза целлюлозы с возрастающей потерей их массы.

Потеря массы древесных опилок в данном интервале температур составляет 68 и 64 % для термоокислительной и термической деструкций соответственно, что объясняется более интенсивным горением образцов при наличии доступа большего объема воздуха (рис. 1, 2). Потеря массы конструкционного материала составляет 45 и 44 %, потеря массы теплоизоляционного материала составляет 29 и 25% (для термоокислительной и термической деструкций соответственно) (рис. 1, 2).

При дальнейшем увеличении температуры (до 445 °С) потеря массы замедляется независимо от вида деструкции для всех композитов: (24 и 18 % для древесины, 8,4 и 8,5 % для конструкционного материала и 5 и 6 % для теплоизоляционного материала, что возможно объясняется пиролизом лигнина).

Суммарная потеря массы древесных опилок по достижении температуры 700 °С составляет 99,6 и 99,5 % для термоокислительной и термической деструкции соответственно. Потеря массы конструкционного материала составляет 67 и 70 %, потеря массы теплоизоляционного материала составляет 46 и 52 %, что позволяет сделать вывод об ингибирующем воздействии вяжущего и продуктов его разложения на процессы деструкции компонентов древесины (рис. 1, 2).

Мерой устойчивости полимера к термоокислительной деструкции является энергия активации. Поэтому чем эффективнее стабилизатор, введенный в полимер, тем выше значение энергии активации. Расчет энергии активации E_d основан на математической обработке термогравиметрической кривой ТГ с использованием достаточно точного для полимеров метода двойного логарифмирования Бройдо. Температуру для расчёта E_d определяли по экстремуму на дифференциально-термогравиметрической кривой ДТГ. Зная потерю массы образца при температуре T , графически строили линию, в которой E_d выражалась тангенсом угла наклона логарифмической зависимости потери массы образцов от температуры. Обработку результатов эксперимента выполняли в программе STAR, позволяющей произвести расчеты потери массы в зависимости от температуры и времени нагревания. В таблице приведены полученные расчётом данные.

Как видно из таблицы, значение энергии активации E_d зависит от содержания вяжущего в образцах. Для теплоизоляционного материала (содержание вяжущего составляет 220 мас. ч. на 100 мас. ч. древесных опилок) значение E_d примерно на 6 кДж/моль превышает значение E_d для конструкционного материала (содержание вяжущего составляет 70 мас. ч. на 100 мас. ч. древесных опилок) и на 21 кДж/моль превышает значение E_d для древесных опилок.

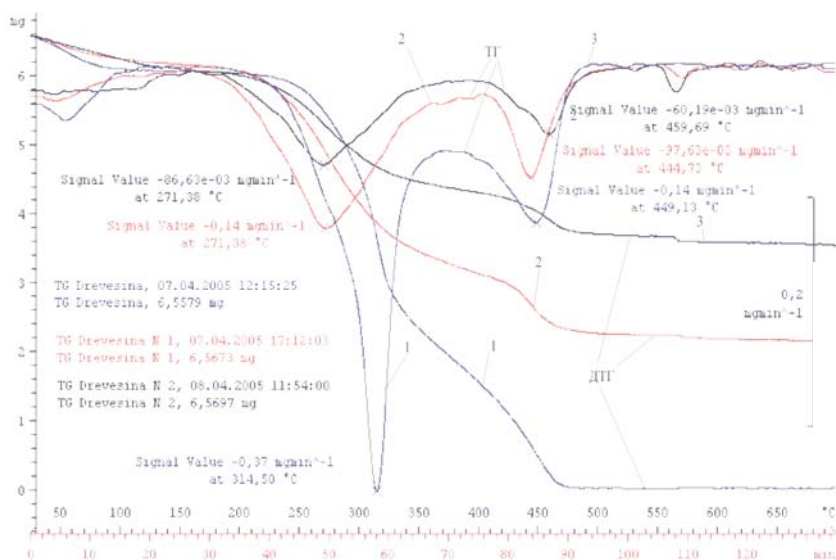


Рис. 1. Териограмметрические кривые:

1 – древесных опилок; 2 – образцов конструкционного материала;
3 – образцов теплоизоляционного материала (термическая деструкция)

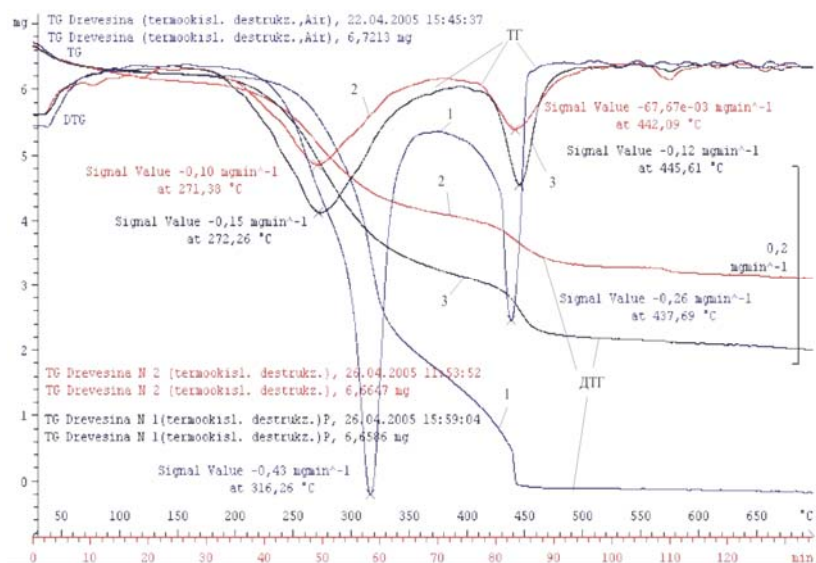


Рис. 2. Териограмметрические кривые:

1 – древесных опилок; 2 – образцов конструкционного материала;
3 – образцов теплоизоляционного материала (термоокислительная деструкция)

**Показатели энергии активации
термоокислительной деструкции исследуемых образцов**

Наименование образца	E_d , кДж/моль
Древесные опилки (термоокислительная деструкция) (термическая деструкция)	$106 \pm 3,61$ $104 \pm 3,18$
Конструкционный материал (термоокислительная деструкция) (термическая деструкция)	$91 \pm 2,82$ $91 \pm 2,82$
Теплоизоляционный материал (термоокислительная деструкция) (термическая деструкция)	$85 \pm 2,66$ $85 \pm 2,66$

Расчёт энергии активации древесных опилок и композиционных материалов на их основе подтверждает характер изменения тепловых эффектов и свидетельствует в пользу уменьшения термической деструкции композитов при увеличении вяжущего.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ АДГЕЗИИ
ПРИ ЛАМИНИРОВАНИИ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ
СУХОГО СПОСОБА ФОРМОВАНИЯ**

А. В. Лемех

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Научный руководитель Л. В. Игнатович

Древесноволокнистая плита (ДВП) – высококачественный дешевый строительный и конструкционный материал, характеризующийся высокой эффективностью применения в строительстве и в производстве мебели. Однако, несмотря на относительно высокие физико-механические показатели ДВП (плотность – не более $850\text{--}950 \text{ кг/м}^3$; разбухание по толщине за 24 часа – не более 20–30 %; предел прочности при статическом изгибе – не менее 30–36 МПа; предел прочности при растяжении перпендикулярно панели – не менее 0,4 МПа; влажность – 6 ± 3), применение их как конструкционного материала без последующей обработки ограничено. Основная цель отделки ДВП – получение плит с красивой наружной фактурой, обладающих стойкостью к агрессивным средам. Кроме придания красивого внешнего вида, некоторые способы отделки повышают твердость и прочность плит на изгиб и растяжение, понижают их линейные деформации и водопоглощение.

Наиболее распространённый метод отделки ДВП – метод ламинирования, который включает облицовку пленочными материалами, пропитанными синтетическими термореактивными смолами с неполным либо полным отверждением, а также пленочными материалами на основе термопластичных полимеров. Для изготовления ламинатов применяют меламиноформальдегидные смолы, смеси из меламиноформальдегидной и карбамидоформальдегидной смол, чистые карбамидоформальдегидные, фенолоформальдегидные ненасыщенные полиэфирные смолы. При отверждении этих типов смол имеют место процессы поликонденсации, которые можно легко регулировать.