

загрязненных – 0,6 млн м (16,4%).

В 2002 г. начата подготовка к разработке региональной целевой программы «Отходы». По причине недостаточного финансирования природоохранных мероприятий не была разработана программа «Экология и природные ресурсы Республики Алтай».

В республике обитает 80 видов млекопитающих, около 300 видов птиц, 33 вида рыб, 7 видов пресмыкающихся, 4 вида земноводных. Из млекопитающих 33 вида являются объектами охоты. Вследствие иммиграции идет акклиматизация европейского бобра, численность которого достигла промыслового уровня. Стадо завезенных зубров состоит из 27 голов. Стадо аргали увеличилось до 500 голов. Численность снежного барса, занесенного в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Всемирного союза охраны природы (МСОП), не превышает 30 особей. В 2002 г. увеличилась численность марала, кабарги, козерога, кабана, медведя, волка; уменьшилась численность лося, косули. В незаконный оборот вовлечены марал (сухие рога, панты, хвосты), медведь (желчь, жир, шкура), кабарга (струя), снежный барс (шкура), алтайский горный баран (рога). Последний вид занесен в Красную книгу Российской Федерации.

Объектами охоты являются 34 вида птиц (глухарь, рябчик, кряква, шилохвость, чирок и др.). В регионе много хищных птиц. На остепненных участках обитает беркут, степной орел, мохноногий курганник, пустельга. Расширяется ареал черного грифа. Резко снижается численность коммерчески уязвимых видов хищных птиц – сокола-балобана и кречета, что связано с незаконным отловом и вывозом за пределы России.

Лекция Юрия Владимировича Робертуса была посвящена техногенному загрязнению Республики Алтай. Юрий Владимирович рассказал о радиоэкологической обстановке, последствиях ядерных испытаний и ракетно-космической деятельности, трансграничных переносах загрязняющих веществ. Он отметил, что, несмотря на невысокий уровень природного гамма-излучения, радиоэкологическая обстановка на значительной части территории республики является напряженной по природному альфа-излучению - это относится, главным образом, к радону.

Вторая часть лекции была посвящена загрязнению пестицидами и экологическим проблемам промышленности.

Как известно, хлорорганические пестициды (например, ДДТ) широко применялись в качестве инсектицидов в 1960-1980-е годы в сельском хозяйстве Республики Алтай. В результате отсутствия должного контроля за использованием и утилизацией пестицидов сформировались очаги загрязнения почвогрунтов и сопряженных с ними природных сред. Что касается промышленных предприятий, основная проблема здесь – выбросы загрязняющих веществ, сбросы в поверхностные водоемы, образование опасных производственных отходов.

Последние годы в связи с бурным развитием туризма, сопровождающимся массовым строительством объектов туристической индустрии, резким увеличением числа прибывающих туристов и транспортных средств, заметно возрос антропогенный прессинг на окружающую среду рекреационных районов Республики Алтай. Примеры такого воздействия весьма разнообразны – от эрозии почв и загазованности воздуха до замусоривания мест стоянок туристов и оставления сотен «автографов» на скалах.

#### Список литературы:

1. Власов М.Н Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности: аналитический обзор. – М.: Наука, 1999. - 240с.
2. Москвитин С.С. Анализ практики создания регионально-административных Красных книг // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов. – Томск: изд. ТГУ, 1999. – С. 251-253
3. <http://library.gasu.ru/index.php/archive/546-2013-10-21-06-44-21>
4. <http://ecosib.bos.ru/1.html>

#### Влияние комбинированного наполнителя на термическую стойкость эпоксидных композитов

*Назаренко О.Б., Мельникова Т.В., Висак П.М., Нгуен А.Т.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск*

*E-mail: olganaz@tpu.ru*

Природные цеолиты являются кристаллическими алюмосиликатными минералами, обладающими ионообменными и сорбционными свойствами, благодаря которым

цеолитсодержащие породы эффективно используются в различных отраслях народного хозяйства: для очистки сточных и природных вод и промышленных газов, в качестве наполнителя в производстве строительных материалов. Перспективным направлением является применение цеолита для разработки полимерных композиционных материалов с пониженной горючестью и интумесцентных покрытий [1–4].

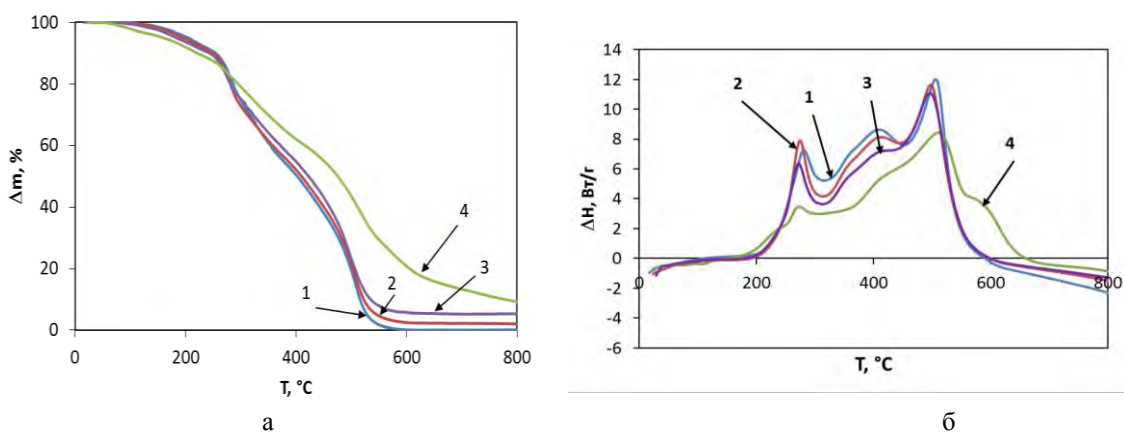
Ранее было показано, что введение природного цеолита с концентрацией 1, 5 и 10 мас. % в эпоксидную смолу приводит к улучшению термической стабильности эпоксидных композитов [4]. Введение цеолита в качестве наполнителя слабо влияет на значение температуры начала окисления, но оказывает положительное влияние на другие термические характеристики. Наилучшие результаты получены для образца с концентрацией 10 мас. %: выход остатка по окончании термоокислительной деструкции увеличивается на 5,6 %, а температура 50%-ной потери массы – на 21 °С по сравнению с ненаполненным эпоксидным полимером. Улучшение термической стабильности композитов связано с выделением адсорбированной на частицах цеолита воды при нагревании образцов, которое особенно интенсивно происходит в температурном диапазоне от 80 до 300 °С. В результате происходило разбавление горючих газов, выделяющихся при разложении полимера, понижение температуры и уменьшение скорости горения.

Для значительного улучшения термической стойкости полимерных композиционных материалов представляет интерес использовать в качестве наполнителя модифицированные природные цеолиты. Борная кислота используется как замедлитель горения изделий из целлюлозы и с успехом может применяться для снижения горючести эпоксидных полимеров [5, 6]. Введение в эпоксидный полимер комбинации природного цеолита в сочетании с борной кислотой может способствовать улучшению термической стабильности полимерных композитов. Интерес также представляет изучение влияния комбинации наполнителей на физико-механические характеристики композиционных материалов.

Целью данной работы являлось исследование влияния комбинированного наполнителя на основе высокодисперсных порошков природного цеолита Сахаптинского месторождения и борной кислоты на термическую стойкость эпоксидных композитов.

Для получения композитов использовали эпоксидиановую смолу ЭД-20 и полиэтиленполиамин (ПЭПА) в качестве отвердителя. В качестве наполнителя использовали высокодисперсные порошки сахаптинского цеолита и борной кислоты. Содержание цеолита в образцах составляло 1, 5 и 10 мас. %, исследовалась также комбинация – 5 мас. % природного цеолита и 10 мас. % борной кислоты.

Термический анализ (совмещенный термоанализатор ТГА/ДСК/ДТА SDT Q600) проведен при линейном нагреве образцов со скоростью 10 °С/мин в атмосфере воздуха в диапазоне температур 20–800 °С. Согласно результатам термического анализа термоокислительная деструкция исходного эпоксидного полимера протекает в три стадии в температурных интервалах 240–320, 320–450 и 450–560 °С. На рис. 1-а представлены зависимости изменения массы исходного эпоксидного полимера и наполненных образцов.



**Рис. 1.** Зависимость изменения массы образцов (а) и тепловых эффектов (б) при нагревании в воздухе образцов: 1 – эпоксидной смолы без наполнителя (Э0); 2 – с концентрацией цеолита 5 мас. % (ЭЦ5); 3 – с концентрацией цеолита 10 мас. % (ЭЦ10); 4 – с комбинацией цеолит 5 мас. % + борная кислота 10 мас. % (ЭЦ5Б10)

Показателями, характеризующими термическую стойкость композитов, являлись температуры начала изменения массы  $T_n$  и потери 50 % массы образца  $T_{50}$ . Параметры термоокислительной деструкции представлены в табл. 1.

**Таблица 1.** Параметры термоокислительной деструкции

Образец	$T_n$ (°C)	$T_{50\%}$ (°C)	Стадия 1	Стадия 2	Стадия 3	Остаток при 600 °C (%)	$\Delta H_{\text{общ}}$ (Дж/г)
			$T_{\text{max}}$ (°C)	$T_{\text{max}}$ (°C)	$T_{\text{max}}$ (°C)		
Э0	160	402	281	410	506	0,0	15112
ЭЦ5	144	408	275	407	497	1,3	14258
ЭЦ10	140	423	272	413	496	5,8	13180
ЭЦ5Б10	98	475	272	407	509/576	20,8	12052

Температура начала разложения  $T_n$  уменьшилась для образцов ЭЦ5 и ЭЦ10 (144 и 140 °C) по сравнению с исходным эпоксидным полимером Э0 (160 °C). Для образца ЭЦ5Б10 температура  $T_n$  существенно ниже, чем для исходного эпоксидного полимера и композитов, наполненных только порошком цеолита, и составила 98 °C. Температура, соответствующая 50 %-ой потере массы  $T_{50}$ , выше на 6 °C для образца ЭЦ5, на 21 °C для ЭЦ10 и на 73 °C для ЭЦ5Б10 по сравнению с образцом Э0, для которого  $T_{50} = 402$  °C. Выход остатка при температуре 600 °C составил 0,2 % для образца Э0, а для наполненных образцов ЭЦ5 – 1,3 %, ЭЦ10 – 5,8 % и ЭЦ5Б10 – 20,8 %.

На ДСК-зависимостях (рис. 1-б) имеется три экзотермических эффекта для всех исследованных образцов. Введение наполнителей привело к уменьшению температуры максимума первого экзотермического эффекта. Максимальная температура третьей стадии ниже на 9 и 10 °C для образцов ЭЦ5 и ЭЦ10, соответственно. Третья стадия деструкции образца с комбинированным наполнителем ЭЦ5Б10 характеризуется максимальной температурой на 3 °C выше, чем для образца Э0, появлением плеча при 576 °C, причем вторая стадия для этого образца практически исчезает.

Введение наполнителей привело к снижению общего теплового эффекта, что особенно заметно в случае образца с комбинированным наполнителем ЭЦ5Б10, тепловой эффект которого на 3060 Дж/г ниже, чем для образца Э0.

Исследование физико-механических свойств образцов проводили по стандарту ISO 178:2010 с помощью универсальной испытательной машины GOTECH AI-7000M. Результаты представлены в табл. 2, из которой видно, что наполненные цеолитом образцы имеют более высокие механические показатели по сравнению с исходным эпоксидным полимером и образцом с комбинированным наполнителем.

**Таблица 2.** Физико-механические показатели образцов

Образец	Модуль упругости при изгибе, МПа	Максимальная нагрузка, кгс
Э0	569	8,9
ЭЦ5	1130	13,6
ЭЦ10	1256	14,8
ЭЦ5Б10	320	6,4

В данной работе перед изготовлением образцов было проведено аппретирование – поверхностная модификация частиц природного цеолита отвердителем, что способствовало проникновению молекул отвердителя в каналы и полости каркасной структуры цеолита, гидрофобизации частиц цеолита и повышению совместимости наполнителя с неполярным полимером. Формирование более упорядоченной пространственной надмолекулярной структуры полимера с меньшим количеством дефектов при использовании цеолита как наполнителя привело к существенному увеличению модуля упругости ~ в 2 раза.

Несмотря на то, что образец с комбинацией цеолита и борной кислоты показал наилучшую термическую стойкость, механические характеристики этого образца ухудшились. Очевидно, в этом случае высокая концентрация борной кислоты препятствовала взаимным

сшивкам эпоксидной смолы при отверждении и способствовала формированию дефектной структуры.

Таким образом, проведенные исследования показали, что введение комбинированного наполнителя на основе природного цеолита и борной кислоты в эпоксидную смолу приводит к улучшению термической стойкости эпоксидных композитов. Для практического применения необходимо учитывать изменение механических характеристик образцов и провести дополнительные исследования.

#### Список литературы:

1. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207 с.
2. Смирнская В.Н. Цеолитсодержащие вяжущие повышенной водостойкости и изделия на их основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 1998. – 23 с.
3. Варков Р.И. Использование природных цеолитов для повышения пожарной безопасности строительных конструкций и технологического оборудования: Дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2002. – 161 с.
4. Назаренко О.Б., Мельникова Т.В. Термическая стабильность эпоксидных композитов, наполненных высокодисперсными порошками сахаптинского цеолита // Полифункциональные химические материалы и технологии: Материалы Международной научной конференции. В 2-х томах, Томск, 21-22 Мая 2015. – Томск: ТГУ, 2015. – Т. 2. – С. 169–171.
5. Кодолов В.И. Замедлители горения полимерных материалов. – М.: Химия, 1980. – 274 с.
6. Мельникова Т.В., Назаренко О.Б. Влияние борной кислоты на характеристики горючести эпоксидных полимеров // Вестник науки Сибири. – 2015. – № Спецвыпуск (15). – С. 108–112.

#### Датирование ледовой изотопной хронологии по древесно-кольцевым изотопным хронологиям

*Акулов П.А.<sup>1,2</sup>, Волков Ю.В.<sup>1,2</sup>, Тартаковский В.А.<sup>2</sup>,*

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск*

<sup>2</sup>*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия, г. Томск,  
E-mail: [pitakul@mail.ru](mailto:pitakul@mail.ru)*

Длительные ряды экспериментальных данных, характеризующих природно-климатические изменения, создают объективные основы для их прогноза. В силу отсутствия прямых измерений традиционных характеристик климата, до момента появления этой возможности, актуально ввести в оборот то, что имеет временную привязку, связано с элементами климата и осталось неизменным. В этом смысле перспективным является отношение концентраций изотопов кислорода  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ , которое фиксируется в древесине годовых колец, в годовых слоях ледников и зависит от температуры воздуха. Изотопные данные используются в виде  $\delta^{18}\text{O} = 10^3(R_p - R_{\text{SMOW}})/R_{\text{SMOW}}\text{‰}$ , отражающем их соотношение в пробе древесины  $R_p = (^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_p$ , по отношению к стандарту SMOW (Standard Mean Ocean Water;  $R_{\text{SMOW}} = (^{18}\text{O}/^{16}\text{O})_{\text{SMOW}}$ . Обогащение целлюлозы растений изотопом  $^{18}\text{O}$  происходит вследствие процесса фракционирования, имеющего как физическую, так и биохимическую составляющие. В этот процесс вовлекается кислород из атмосферной углекислоты и воды. Изотопный состав почвенной влаги определяется таковым выпадающих атмосферных осадков. W. Dansgaard [1] выделил сезонные, широтные, континентальные и высотные особенности распределения изотопного состава осадков. Общим свойством этих распределений является уменьшение величины  $\delta^{18}\text{O}$  в осадках при продвижении в глубь континента и в высокие широты, при подъеме в высоту, а также с понижением температуры. Так,  $\delta^{18}\text{O}$  океанической воды как стандарт (SMOW) равно 0,0‰, а на севере Евразии среднегодовые значения  $\delta^{18}\text{O}$  атмосферных осадков находятся в диапазоне от –10 до –24‰ [2].

Из физических факторов фракционирования изотопов наиболее значимым является утяжеление кислорода внутриклеточной воды при повышении температуры по сравнению с почвенной влагой, вследствие первоочередного удаления из воды, содержащейся в растениях, легкого изотопа кислорода в процессе транспирации.

Миграция и фиксация стабильных изотопов кислорода в живой и неживой природе изучены недостаточно. Тем не менее принято, что изотопный состав целлюлозы растений определяется, прежде всего, таковым исходной воды, а наиболее значимым фактором, влияющим на этот состав, является температура, которая определяет условия протекания как физических, так