

Таблица 1 – Результаты исследований по выводу биогаза при сбраживании отходов лесоразработки.

Дата	Проба №1		Проба №2	
	Объем, выделившегося газа, см ³	Общий объем, выделившегося газа, см ³	Объем, выделившегося газа, см ³	Общий объем, выделившегося газа, см ³
28.04.15	0	0	0	0
30.04.15	85	85	103	103
02.05.15	30	115	24	127
03.05.15	9	124	3	130
04.05.15	4	128	1	131

Заключение

1. Установлено, что в РБ в результате лесоразработки образуется около 1 592 806 тонн органических отходов в виде хвои.
2. В состав хвои сосны и ели входят разнообразные органические вещества, по массе составляющие более 95% сухого вещества
3. Выполнены экспериментальные исследования по изучению возможности использования отходов лесопереработки для получения биогаза.
4. На основании экспериментальных данных установлено, что при метановом сбраживании одной тонны хвои по сухому веществу можно получить 11, 25 м³ биогаза.



Рисунок 4 – Реакторы с продуктами сбраживания хвои сосны

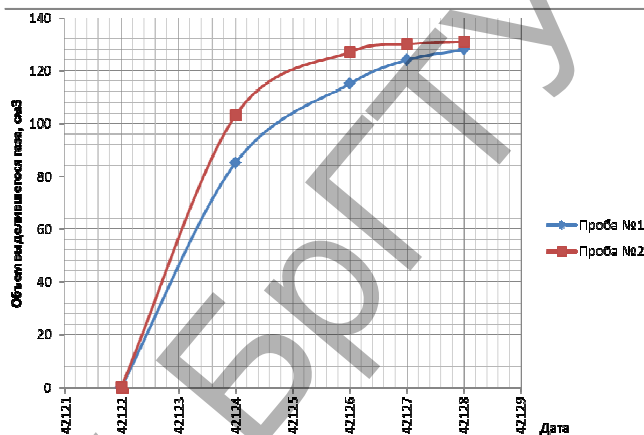


Рисунок 5 – Влияние продолжительности сбраживания на выход газа

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biotechnolog.ru/ext/biogas.htm>
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/g7.pdf>
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://les.novosibdom.ru/book/export/html/13>
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://domashke.net/referati/referaty-po-biologii/referat-biologicheskaya-produktivnost-lesnyh-landshaftov>
5. Harvesting Technology of orest residues for fuel in the USA and Finland Arvo Leinonen VTT Processes
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.activestudy.info/ximicheskij-sostav-xvoii/> © Зооинженерный факультет МСХА

Материал поступил в редакцию 05.07.2016

ZHITENYOV B.N., RYBAK E.S. Research of kinetics of formation of biogaz from forestry waste

The work is dedicated to the search for alternative energy sources in the private-sti - biogas from organic waste. It is shown that in Belarus as a result of logging produces about 1.6 million tons of organic waste in the form of needles. It is noted that the composition of pine needles and spruce substances include various organic constituents by weight more than 95% dry matter. The results of experimental studies on the possibility of using timber waste to produce biogas.

УДК 667.637.222:625.75

Тур Э.А., Басов С.В.

ЭКОЛОГИЧНЫЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С НИЗКОЙ ЭМИССИЕЙ ЛЕТАЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ КАК СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Введение. В последние годы рост парка транспортных средств значительно опережает темпы увеличения протяженности улично-дорожной сети, несмотря на большой объем нового строительства и реконструкции автомобильных дорог. В этих условиях значительно возрастает роль технических средств организации дорожного движения, к которым относятся дорожные знаки, разметка, светофоры и направляющие устройства. Разметка занимает особое место среди данных технических средств. Основным отличием является

продолжительность ее нахождения в поле зрения водителей. Эта особенность разметки позволяет с высокой эффективностью применять её не только для регулирования транспортных потоков, но и для организации движения пешеходов.

Разметка является завершающей стадией организации движения транспортных средств и обеспечивает безопасность дорожного движения. К основным функциям горизонтальной разметки относятся не только управление дорожным движением, но и повышение

его безопасности. С целью выполнения этих функций разметка должна отвечать следующим требованиям:

- хорошей видимостью в ночное и дневное время, особенно во время дождя;
- соответствию требованиям геометрической формы и читаемости разметки;
- умеренно выступающим профилем над поверхностью дорожного полотна;
- соответствующей шероховатостью и функциональной долговечностью.

Чтобы отвечать вышеуказанным требованиям, материалы, используемые для разметки, должны характеризоваться такими особенностями, как:

- хорошая адгезия к основанию, устойчивость к атмосферным факторам и к средствам удаления льда;
- сопротивление истиранию при прогнозируемом потоке транспортных средств;
- устойчивость к растрескиванию и провоцированию появления трещин размечаемой поверхности;
- возможно короткий срок высыхания (отверждения), делающий возможным скорейшее использование автомобильных дорог;
- соответствующий химический состав, в котором не будет веществ, угрожающих здоровью людей и отравляющих окружающую среду;
- соответствующие физико-химические и технологические свойства, позволяющие без проблем использовать данный разметочный материал, не изменяющиеся в течение гарантийного срока хранения.

Традиционно для производства горизонтальной разметки автомобильных дорог используют эмали на основе органических растворителей. Технология их производства и нанесения на дорожное покрытие достаточно проста. Эмали дешевы, однако обладают рядом существенных недостатков, таких как низкая экологичность (наличие органических растворителей в составе композиции) и недолговечность, обусловленная низкой износостойкостью.

В связи с повреждением озоновой оболочки нашей планеты выбросы растворителей (в процессе производства эмалей и в процессе их высыхания на дорожном покрытии за счет испарения растворителей) представляют собой большую экологическую проблему. В течение последних лет в России, странах западной Европы, США предпринимались попытки применять менее вредные растворители для производства эмалей дорожной разметки. Но такие растворители очень дороги и производство эмалей становится нерентабельным, а срок службы остается на прежнем уровне. Дальнейшим шагом в решении данной экологической проблемы явилась разработка водно-дисперсионных красок. Их существенные недостатки: производство является непростым с технологической точки зрения, нанесение на дорожное полотно требует изготовления трубопроводов, различных деталей, вентилях, кранов разметочной техники из высококачественной нержавеющей стали [1].

В странах Западной Европы и США наряду с эмалями и красками широкое распространение получили термопластичные материалы (далее – термопластики). Их основное преимущество состоит в том, что физико-механические свойства и технология нанесения позволяют увеличить толщину наносимого слоя термопластика до 2–6 мм. Следовательно, функциональная долговечность дорожной разметки увеличивается в 3–4 раза. Функциональная долговечность определяется периодом времени, в течение которого дорожная разметка отвечает существующим нормам, и на любом контрольном участке протяженностью 50 м разрушение разметки не превышает 50 % её площади. При этом разрушение или износ дорожной разметки не должны влиять на восприятие водителем необходимой информации по организации дорожного движения (во избежание аварийных ситуаций) [2].

Термопластики предназначены для горизонтальной разметки на участках автомобильных дорог с высоким потоком транспортных средств. Термопластики представляют собой термомягкие лакокрасочные материалы, которые производят в виде сыпучей смеси компонентов, в состав которой входят полимерное термопластичное связующее в форме таблеток или гранул, минеральные наполнители, пигменты, комплекс функциональных добавок (пластификаторы, стабилизаторы). В качестве связующего в различных рецептурах чаще всего используют нефтеполимерные и алкидно-акриловые смолы и некоторые другие термопластичные сополимеры [2].

В последние годы новым научным направлением является исследование возможности применения в рецептурах термопластиков различных сложных эфиров в качестве связующего. С целью сравнительного анализа были изготовлены и исследованы в лабораторных и натуральных условиях термопластичные материалы на основе глицеринового и пентаэритритового эфира канифоли.

Глицериновый эфир канифоли – это органическое соединение, сложный эфир трехатомного спирта – глицерина и смоляных кислот сосновой канифоли (в основном – абиетиновой кислоты). Пентаэритритовый эфир канифоли – это органическое соединение, сложный эфир четырехатомного спирта – пентаэритрита и смоляных кислот сосновой канифоли (в основном – абиетиновой кислоты). Сложные эфиры канифоли совместимы с этиленвинилацетатом, стирол-изопрен-стирольным блок-сополимером, стирол-бутадиен-стирольным блок-сополимером, стирол-бутадиеновым каучуком, натуральным каучуком, бутилкаучуком, хлоропеновым каучуком, акриловым полимером, низкомолекулярным полиэтиленом, аморфным полипропиленом, алкидной, углеводородной и терпеновой смолами, а также с другими полимерами. Сложные эфиры канифоли трудно омыляются, хорошо совмещаются с неорганическими пигментами и инертными неорганическими наполнителями.

Основные физико-химические характеристики эфиров канифоли приведены в таблице 1.

В качестве минеральных наполнителей в рецептурах термопластиков применяли смесь кварцевых песков различного гранулометрического состава, карбонат кальция (молотый мрамор) со средним размером частиц 40 мкм, доломит со средним размером частиц

Таблица 1 – Физико-химические характеристики сложных эфиров канифоли

Наименование показателя	Величина показателя	
	глицериновый эфир канифоли	пентаэритритовый эфир канифоли
Цвет и внешний вид	«таблетки» от светло-желтого до янтарного цвета	
Запах	практически без запаха	
Температура стеклования, °С	50±1	53±1
Кислотное число, мг КОН/г	не более 11	не более 10
Температура размягчения, °С	85 – 95	100 – 106
Плотность, кг/м ³	Около 1070	
Влажность, %, не более	0,7	
Растворимость в воде	не растворим	
Растворители	алифатические и ароматические углеводороды и их хлорпроизводные, простые и сложные эфиры	
Растворимость в спирто-бензольной или спирто-толуольной смеси	полная	
Поведение при нагреве	термически разлагается при t° выше +220°С	термически разлагается при t° выше +260°С

10 мкм. Пигментом служил диоксид титана рутильной формы с маслоёмкостью 13–18 г/100 г, произведенный хлоридным методом [3, 4].

В качестве стабилизатора использовали сополимер этилена и винилацетата с температурой стеклования 84°C, в качестве пластификатора – сополимер изобутилена и α-бутена и масло минеральное – продукт переработки высококипящих нефтяных фракций (жидкая смесь парафиновых, нафтеновых, ароматических, нафтенароматических углеводородов).

Для повышения адгезии к асфальтобетону в рецептуру вводили функциональную добавку – линейный блок-сополимер стирола и изопрена с содержанием стирола 15 масс. % (пористые гранулы, припудренные аморфным кремнезёмом). Для достижения эффекта световозвращения и дополнительного армирования толстослойного разметочного покрытия в рецептуру включали световозвращающие стеклошарики с адгезионной обработкой и гранулометрическим составом 125–600, 125–850, 100–400 или 425–850 мкм.

Оптимизированная рецептура экологичных термопластичных разметочных материалов белого цвета приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Оптимизированная рецептура термопластичных разметочных материалов

Наименование компонента	Содержание, масс. %
1. Глицериновый (рецептура № 1) / пентаэритритовый эфир канифоли (рецептура № 2)	13,5
2. Смесь кварцевых песков	26,5
3. Кальция карбонат (молотый мрамор)	8,3
4. Доломит	18,0
5. Диоксид титана	10,0
6. Сополимер этилена и винилацетата	1,0
7. Сополимер изобутилена и α-бутена	2,8
8. Масло минеральное	1,7
9. Блок-сополимер стирола и изопрена	2,0
10. Световозвращающие стеклошарики	16,2

Лабораторные испытания термопластичных материалов проводили стандартными методами [5]. Для проведения испытаний термопластик

помещали в термостойкую фарфоровую или металлическую емкость и расплавляли на лабораторной плитке при температуре (220–230)°C до рабочей температуры расплава, периодически перемешивая. Перед испытаниями определяли однородность расплава. Однородность расплава определяли визуально по отсутствию расслоения термопластика, нагретого до рабочей температуры. Количество образцов для испытания каждого показателя – не менее 5. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Проведенные лабораторные исследования показывают, что толстослойное лакокрасочное покрытие, образованное застывшим термопластиком, сочетает в себе твердость, износостойкость, эластичность, морозостойкость, стойкость к воздействию воды и водного раствора хлорида натрия, устойчивость к воздействию переменных температур (многократный переход через 0°C), высокую адгезию к асфальтобетонному и цементобетонному дорожному полотну. Термопластичные материалы, изготовленные по рецептурам №1 и №2, соответствуют нормативной документации Республики Беларусь и России. Термопластичный материал на основе пентаэритритового эфира канифоли имеет более высокие показатели по времени отверждения, белизне, эластичности, условной светостойкости, адгезии, водостойкости, скорости отверждения и растекаемости. Таким образом, применение пентаэритритового эфира канифоли в качестве связующего для термопластичных материалов более предпочтительно.

После разогрева, вымешивания, выдерживания при температуре (190–200)±5°C в течение 2 ч, нанесения специальной разметочной техникой и затвердевания термопластики, изготовленные по рецептурам №1 и №2 образовывали толстослойные твердые непрозрачные лакокрасочные покрытия, содержащие световозвращающие стеклошарики.

Разработанные экологичные термопластичные разметочные материалы на основе сложных эфиров канифоли на основании натуральных испытаний рекомендуется комплектовать световозвращающими стеклошариками фракции от 400–800 мкм до 800–2000 мкм.

Согласно проведенным лабораторным исследованиям, рабочая температура расплава термопластиков находится в пределах (190–200)±5°C, перегрев материалов не допускается. В процессе работы с

Таблица 3 – Результаты лабораторных испытаний термопластичных материалов

Наименование показателя	Величина показателя	
	рецептура №1	рецептура №2
1. Массовая доля нелетучих веществ, %	99	
2. Температура размягчения по «КИШ», °C	95	100
3. Растекаемость при рабочей температуре расплава, мм	120–160	110–140
4. Плотность, г/см ³ , не менее	2,4	
5. Время отверждения при t°= (20±2)°C до степени 5, мин	14	12
6. Коэффициент диффузного отражения (коэффициент яркости, белизна) белого покрытия, %	84	85
7. Эластичность покрытия при изгибе, мм	14	16
8. Стойкость покрытия к статическому воздействию воды и 3%-ного водного раствора NaCl при t°= (20±2)°C, ч	более 100	
9. Стойкость покрытия к статическому воздействию насыщенного водного раствора NaCl при t°= (0±2)°C, ч	более 72	
10. Стойкость покрытия к статическому воздействию бензина и индустриального масла при температуре (20±2)°C, ч	более 10	
11. Стойкость покрытия к статическому воздействию 10%-ного водного раствора NaOH натрия при t°= (20±2)°C, ч	более 72	
12. Условная светостойкость (изменение коэффициента диффузного отражения) при облучении покрытия 168 ч, %	2,0	1,8
13. Морозостойкость покрытия, циклы	более 10	
15. Адгезия к асфальтобетону, МПа:		
- до замораживания - оттаивания	0,50	0,55
- после 10 циклов замораживания - оттаивания	0,44	0,51
16. Адгезия к цементобетону, МПа	0,8	1,1
17. Водонасыщение, % по объему	0,35	0,31

термопластиками необходимо особое внимание уделять разметочной технике, безупречной работе термометров, контролирующих температуру в котлах (во избежание перегрева материала), а также культуре производства.

Расход термопластиков рассчитывают согласно техническим нормативно-правовым актам Республики Беларусь в зависимости от толщины слоя (в г/м²) и от ширины разметочной линии (в кг/км). Оптимальный расход термопластика зависит от состояния поверхности дорожного полотна, наличия поверхностной обработки и толщины наносимого слоя термопластика.

Благодаря меньшей растекаемости при рабочей температуре расплава и более высокой адгезии к асфальтобетону, термопластик на основе пентаэритритового эфира канифоли рекомендуется использовать для получения структурной разметки. Высота «капли» структурной разметки составляет 4–5 мм. Достоинствами структурной разметки являются: экономия материала (снижение расхода более чем на 40%), коэффициент сцепления линии структурной разметки практически не отличается от коэффициента сцепления асфальта (обеспечение повышенной безопасности в связи с высоким коэффициентом сцепления), дополнительный шумовой эффект при наезде на линию колесом. Огромным преимуществом структурной разметки по сравнению с другими видами является сохранение видимости разметки во время дождя, как днем, так ночью. Структурная разметка обеспечивает быстрый отвод воды с линии между элементов, при этом вершины элементов разметки остаются непокрытыми водой. Коэффициент световозвращения зависит от направления наблюдения при каплевидной форме элементов разметки. При наблюдении структурной разметки из автомобиля под скользящим углом линия сливается в сплошную, поскольку воспринимаются только выступающие элементы разметки, темные интервалы оказываются закрытыми от водителя. К недостаткам структурной разметки относят: более быстрый износ (при механической чистке дорог элементы структурной разметки

большой степени подвержены отрыву от дорожного полотна, т.к. не связаны между собой), меньшую видимость в нормальных условиях, накопление грязи между «каплями», загрязнение в застойных зонах (вблизи бордюров).

Заключение. Технология нанесения термопластиков очень экономична и удобна. Стоимость разметочных работ термопластиками в пересчете на общие затраты (с учетом долговечности материала) примерно на 20–25 % ниже традиционных материалов. Прогнозируемая функциональная долговечность горизонтальной дорожной разметки, выполненной термопластиками, составляет не менее 3-х лет (для красок и эмалей этот показатель равен 6 месяцам). Таким образом, термопластичные материалы в полной мере могут служить качественной экологически полноценной альтернативой органорастворяемым эмалям и краскам, которые в настоящее время применяются для горизонтальной разметки асфальтобетонных и цементобетонных автомобильных дорог общего пользования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке; пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэинт-Медиа, 2004. – 548 с.
2. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э.Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
3. Ермилов, П.И. Пигменты и пигментированные лакокрасочные материалы: учеб. пособие для вузов / П.И. Ермилов, Е.А. Индейкин, И.А. Толмачёв. – Л.: Химия, 1987. – 200 с.
4. Скороходова, О.Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О.Н. Скороходова, Е.Е. Казакова. – М.: Пэинт-Медиа, 2005. – 264 с.
5. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. – 272 с.

Материал поступил в редакцию 28.04.2016

TUR E.A., BASOV S.V. Ecological thermoplastic materials with low emission of volatile organic compounds as a way of preservation of environment

Functional longevity is the most important indicator for the marking of materials. It depends on the type and quality of the material, and the level of the operational load. In recent years, a new direction of research is to study the possibility of using a variety of formulations thermoplastic esters as binder. For the purpose of comparative analysis and studies were made in the laboratory and field conditions thermoplastic materials based on glycerol and pentaerythritol esters of rosin. It is determined that a thermoplastic material based on pentaerythritol rosin ester has a high curing time, whiteness, elasticity, conventional light fastness, adhesion, water resistance, cure speed and spreadability. Thus, the use of pentaerythritol ester of rosin as a binder for thermoplastic materials is more advantageous. Due to lower flowability at a working temperature of the melt and higher adhesion to asphalt-based thermoplastic pentaerythritol ester of rosin recommended for structural markup.

УДК 663.636.25

Тур Э.А., Антонюк Е.К.

ЗАЩИТА КОНСТРУКЦИОННОЙ ДРЕВЕСИНЫ, ИСПОЛЪЗУЕМОЙ В ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, С ПОМОЩЬЮ ЭКОЛОГИЧНЫХ ЛЕССИРУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ

Введение. Древесина как природный конструкционный материал является весьма популярной в современном строительстве. Доступная цена, значительная прочность, лёгкость в обработке, высокие тепло- и звукоизоляционные свойства обеспечивают древесине достойное место среди перспективных экологичных строительных материалов. В силу большого многообразия пород, древесину используют для отделки интерьеров, для наружной обшивки зданий, как конструкционный материал, а также для изготовления столярных изделий (окон, дверей, столешниц и т. д.). Достаточно большие объёмы древесины используются для опор линий электропередач, шпал, шахтной крепи.

Наряду с рядом достоинств, древесина, как строительный материал, имеет серьёзные недостатки – склонность к биологическому разрушению (синеве, плесени, гниению, поражению

древеоокрашивающими и древоразрушающими грибами и насекомыми) и к возгоранию. Эти недостатки ограничивают применение этого ценного экологичного материала в строительстве. С помощью правильной защиты можно придать поверхности древесины устойчивость к атмосферным воздействиям, увеличить срок службы изделия или конструкции.

В настоящее время защитные средства для древесины по функциональному назначению модно разделить на следующие группы:

- препараты для защиты круглой древесины от вредителей при лесозаготовках, транспортировании и хранении;
- препараты для временной защиты пиломатериалов и брёвен на период их атмосферной сушки;
- препараты для защиты древесины, применяемой в строительстве.

Антонюк Елена Константиновна, старший преподаватель кафедры инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология