



ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ БУМАГИ И КАРТОНА

Балыбердин Константин Ильич
САФУ им. М.В. Ломоносова, Архангельск | 24 - 25.11.2025

О себе

Образование

САФУ им. М.В. Ломоносова, 18.03.01 Химическая технология, Профиль "Химическая технология переработки древесины" (бакалавриат)

На данный момент являюсь студентом 2 курса магистратуры, по направлению обучения «Химическая технология»

Опыт работы

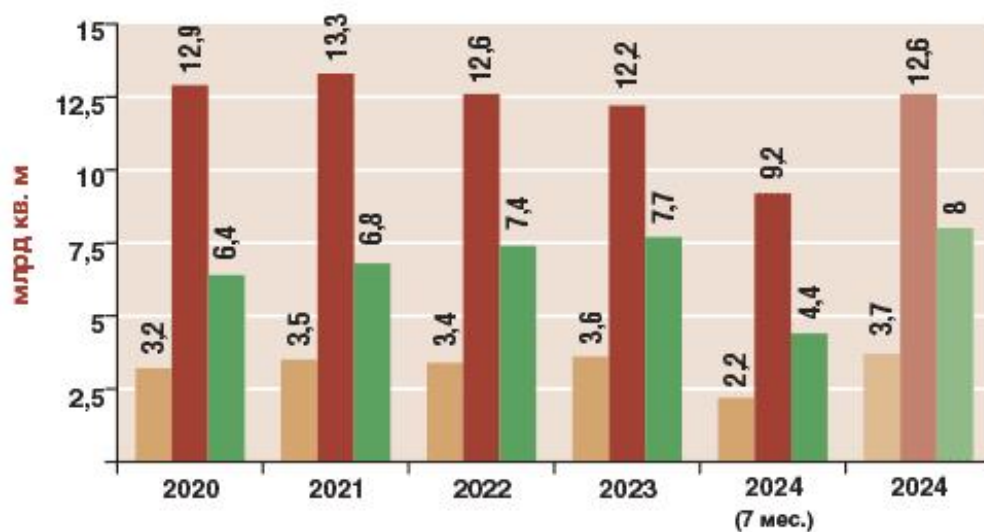
Инновационно-технологический центр «Современные технологии переработки биоресурсов Севера», САФУ им. М.В. Ломоносова, 2,5 года в должности лаборанта.



Картон: ключевой элемент устойчивой экономики



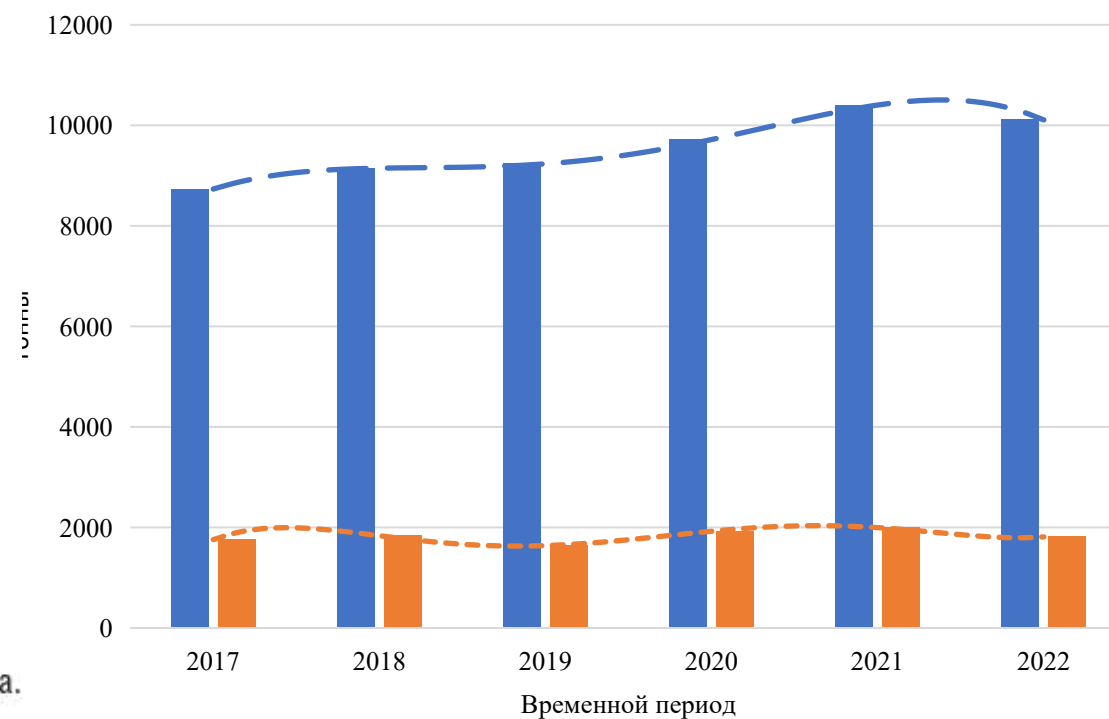
ПРОИЗВОДСТВО КАРТОНА В РФ, 2020–2024 гг.



- Картон гофрированный в рулонах или листах
- Картон тарный (крафт-лайнер) небеленый, немелованный
- Тест-лайнер (картон регенерированный для плоских слоев гофрированного картона)

Источник:
ГК Step by Step
на основании
данных Росстата.

ПРОИЗВОДСТВО ОСНОВНЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА В
РОССИИ



Бумага и картон Тарный (крафт-лайнер) небел.

Картон-лайнер: важность

- ❑ Из возобновляемого растительного сырья;
- ❑ Экологичный;
- ❑ Биоразлагаем;
- ❑ Прочный;
- ❑ Способен к рециклингу – повторное использование (макулатура);
- ❑ При сгорании не выделяет вредных веществ;
- ❑ Дружественен к человеку.



Картон-лайнер: риски

- ❑ Гидрофильность – способность поглощать влагу;
- ❑ Потеря прочности и жёсткости при намокании;
- ❑ При обеспечении гидрофобности, ухудшается биоразлагаемость и усложняется переработка;
- ❑ Ограниченная применимость в условиях повышенной влажности без специальной обработки;
- ❑ Производится из целлюлозы, значит **легко воспламеняем**;
- ❑ Риск повреждения товара при пожаре на складе или в процессе транспортировки.



Цель и проблема работ ы

- Разработать решения для создания бумаги картона с повышенным уровнем огнестойкости.

Для этого:

- Изучить и проанализировать основные химические взаимодействия компонентов антипирена с целлюлозой;
- Оценить влияние обработки антипиреном на огнестойкость картона;
- Оценить уровень механической прочности картона после применения обработки антипиреном.



Проблема: как сделать картон, обладающим огнестойкими свойствами, при этом максимально сохранить его ключевые механические характеристики?

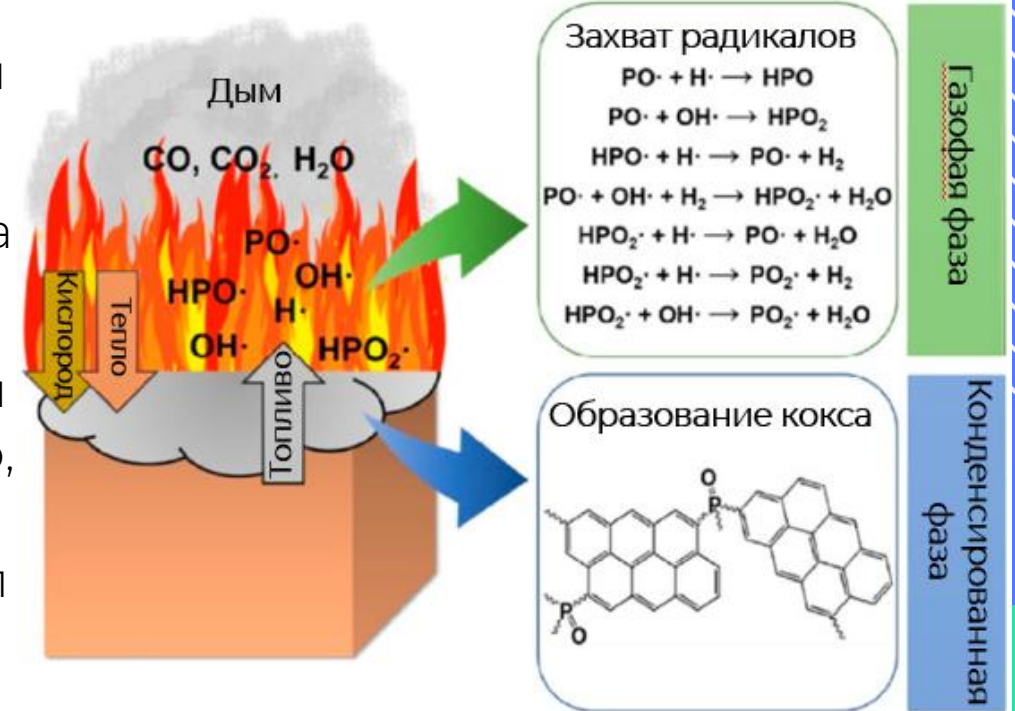
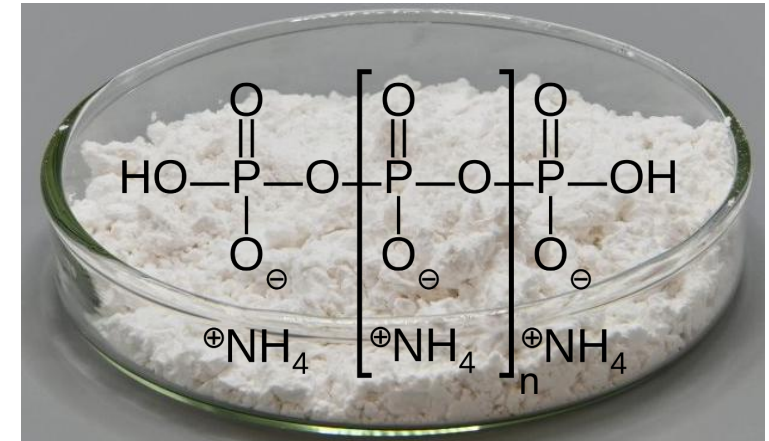
Выбор антипирена и механизм его действия

В качестве состава, не вступающего в реакцию и с помощью которого придать целлюлозе огнестойкие свойства, выбран антипирен на основе соли полифасфата аммония.

Полифосфат аммония – это негалогеновый антипирен, действующий по механизму вспучивания.

При воздействии огня такой состав разлагается на полимерную фосфатную кислоту (ПФК) и аммиак.

Далее ПФК вступает в реакцию с гидроксильными группами образуя нестабильный фосфатный эфир, после обезвоживания которого на поверхности образуется углеродная пена, действующая как изоляционный слой.



Экспериментальная часть: Процесс модификации картона антипиреном

Для исследований использовали образцы тестлайнера (155 г/м²) из вторичных и крафтлайнера (135 г/м²) из первичных волокон

В качестве наносимого состава использован негалогеновый антипирен на основе соли полифосфорной кислоты и аммиака в виде 20%-го раствора.



Процесс создания картона с огнестойкими свойствами

Расчетное заданное количество раствора антипирена наносили пипеткой и распределяли по поверхности с помощью кисти.

Сушку проводили на лабораторной сушилке при 92–95 °С в течение 15–20 минут. Для минимизации усадки и коробления в процессе сушки, образцы прижимали к греющей поверхности натянутым сушном.



Результаты оценки огнестойкости образцов картона-лайнера, расход антипирена 10 % от массы а.с.в.

Характеристика	Тест-лайнер 155 г/м ²			Крафт-лайнер 135 г/м ²		
	до	после	% от исх.	до	после	% от исх.
Минимальное время воспламенения, с	3,0	7,0	133	3,5	10,0	217
Время остаточного горения, с	45	65	44	50	35	-33
Средняя длина обугливания, мм	—*	175	—	—*	165	—

* Образец полностью сгорел



Оценка огнестойкости образцов картона, пропитанных антипиреном, производилась согласно ГОСТ Р 50810-95

Анализ и сравнение ключевых прочностных свойств картона

Характеристика	MD/ CD	Крафт-лайнер			Тест-лайнер		
		до	после	% от исх.	до	после	% от исх.
Толщина, δ , мкм	–	205	219	+7	248	267	+8
Плотность, ρ , г/см ³	–	0,65	0,66	+2	0,63	0,61	–3
Фактическая масса 1 м ² , m , г	–	134	145	+8	157	163	+4
Абсолютное сопротивление продавливанию, $P_{\text{абс}}$, кПа	–	682	628	–8	294	309	+5
Сопротивление сжатию кольца, RCT , Н	CD	236	240	+2	294	346	+18
Разрывная длина, L , м	MD	12200	11000	–10	4750	4100	–14
	CD	3930	3200	–19	2900	2500	–14

Подведение итогов

1. Антипирен на основе соли полифосфорной кислоты показал высокую эффективность в повышении огнестойкости картона;
2. Используемый состав не является структурным модификатором, т.е. не оказывает критического влияния на прочностные характеристики картона;
3. Далее, планируется провести комплексный анализ влияния концентрации и расхода антипирена на огнезащитные свойства различных видов картона, а также оценить долговременную стабильность огнезащитных свойств.



Спасибо за внимание!

Работа выполнена на оборудовании инновационно-технологического центра «Современные технологии переработки биоресурсов Севера» и лаборатории пожарно-технической экспертизы строительных и отделочных материалов (Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова)



Магистрант Северного Арктического федерального университета имени М.В. Ломоносова
Балыбердин К. И., konstantinbalyberdin54@gmail.com