



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»



Северный (Арктический) федеральный университет

Влияние крахмала картофельного на деформационные свойства бумаги и картона

***Михайлова Ольга Сергеевна,
аспирант кафедры ПИМП КНИТУ***

***Научный руководитель:
Канарский Альберт Владимирович***

Актуальность работы

- Снижение качества волокнистых полуфабрикатов в производстве бумаги и картона, обладающих низкими бумагообразующими свойствами - вторичное сырьё (макулатура), полуфабрикаты высокого выхода.
- Повышение производительности оборудования, перерабатывающего бумагу и картон – вызывает необходимость улучшения деформационных свойств.

Связующие вещества

- **Натуральные связующие:**
 - животные белковые (казеин, животный клей, альбумин);
 - растительные белковые (соевые и зерновые протеины);
 - полисахариды (крахмал и его производные, эфиры целлюлозы, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), метилцеллюлоза (МЦ), оксиэтилцеллюлоза (ОЭЦ)).
- **Синтетических связующие:**
 - водные дисперсии латексов, элементарным звеном которых является бутадиен-стирол, бутадиен-акрилнитрил, винилацетаты, акрилаты и др. За исключением поливинилового спирта все синтетические связующие являются гидрофобными веществами, устойчивыми к воздействию энзимов и микроорганизмов.

- Возникает проблема с биodeградацией бумаги и картона, а также трудности при вторичной переработки бумаги и картона в виде макулатуры (регенерация волокна)

Крахмал

Гетерогенный по составу биополимер:

- амилопектин;
- амилоза;
- до 2 % не углеводные вещества – белки, липиды, зольные элементы.

Методы модификации крахмалов

- Термическая модификация.
- Химическая модификация.
 - оксидированный (окисленный) крахмал;
 - кислотнo-модифицированный крахмал;
 - катионный крахмал.
- В том числе предлагается и обработка α – амилазой

- Ранее изучена и показана перспективность обработки крахмала пуллуланазой для получения биodeградируемых пленочных материалов на основе крахмала, альгинатов натрия, белков и других биополимеров.

Цели и задачи исследования

Цель:

- Изучить влияние крахмала картофельного, обработанного амилолитическими ферментами на деформационные свойства бумаги и картона.

Задачи:

- Изучение влияния ферментативной обработки крахмала на прочностные характеристики бумаги и картона.
- Изучение влияния ферментативной обработки крахмала на деформационные характеристики бумаги и картона.

Материалы исследований

- **Основа парафинированной бумаги, изготовленная из сульфатной целлюлозы массой 25,0 г/м², по ГОСТ 16711-84 на *Марийском целлюлозно-бумажном комбинате.***
- **Картон для плоских слоев гофрированного картона, изготовленный из полуцеллюлозы и макулатурной массы по ГОСТ 7420-89 на *ОАО «Полиграфкартон» (г. Балахна).***
- **Крахмал картофельный (ГОСТ Р 53876-2010).**

Амилолитические ферменты

- **Изоамилаза** продуцент *Pseudomonas* sp.
ammonium sulfate suspension, $\geq 3,000,000$ units/mg protein
- **Пуллуланаза** продуцент *Bacillus licheniformis* (*Optimax L-1000*)
Ферментный препарат OPTIMAX L-1000:
 - активность 1000 ASPU/g;
 - внешний вид – жидкость;
 - цвет – светло-коричневый;
 - pH – 4.0-4.5.

Методы исследований

- Способ нанесения крахмала - поверхностная пропитка.
- Способ сушки:
 - конвективный;
 - контактный.

Испытание материалов на растяжение
проводили согласно ГОСТ 13525.1-79

на лабораторном испытательном комплексе, включающем:

- разрывную машину ТС 101–0,5 (г. Иваново);
- ПЭВМ со скоростью (10 ± 1) мм/мин.

**ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ
КРАХМАЛА КАРТОФЕЛЬНОГО
НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И
ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА**

БУМАГИ – ОСНОВЫ ДЛЯ ПАРАФИНИРОВАНИЯ

**Изменение свойств бумаги – основы для парафинирования
в продольном и поперечном направлении после пропитки
крахмалом картофельным, обработанным ферментами
(конвективная сушка)**

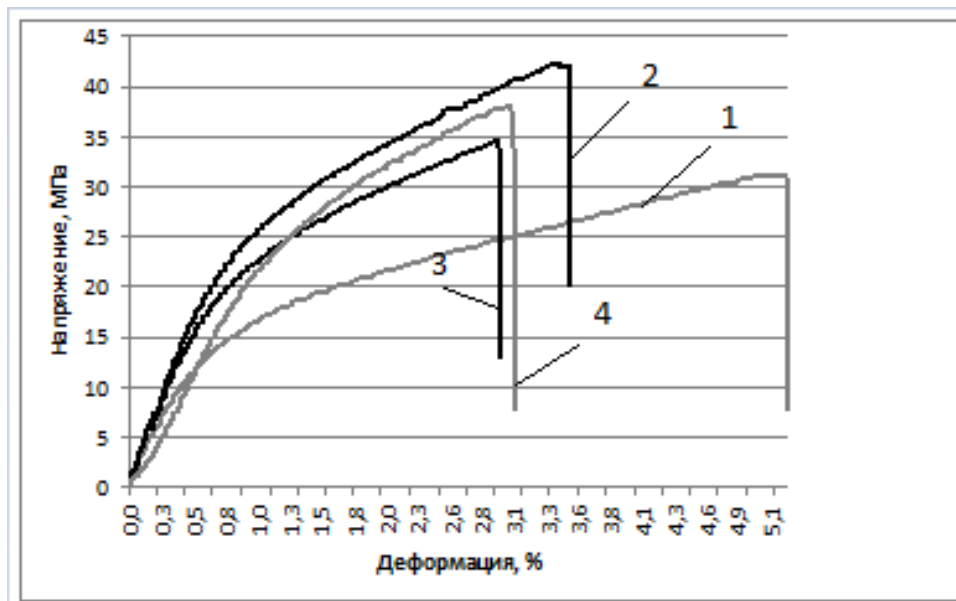
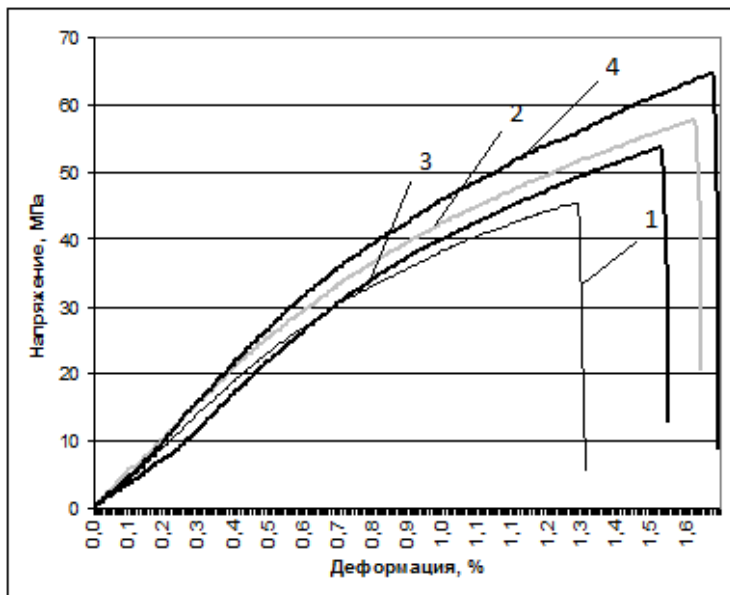
Свойства материалов	Бумага - основа для парафи- нирования	Бумага-основа для парафи- нирования, пропитанная нефермен- тированным крахмалом	Бумага-основа для парафи- нирования, пропитанная крахмалом, ферментиро- ванным изоамилазой	Бумага-основа для парафи- нирования, пропитанная крахмалом, ферментиро- ванным пуллуланазой
Толщина, мкм	39,7	41,1	40,2	41,5
Масса, г/м ²	23,5	26,6	26,1	30,0
Максимальная нагрузка, Н	27,4/18,8	35,3/25,6	33,0/22,2	39,0/25,6
Деформация при макс. нагрузке, %	1,4/5,3	1,5/3,4	1,5/2,3	1,7/3,4
Максимальное напряжение, МПа	46,0/32,0	57,8/41,9	53,4/36,0	64,3/41,1
Модуль упругости, МПа	6150/3480	6720/4810	7240/4930	7400/5220
Работа разрушения, мДж	11,8/35,4	15,9/30,3	14,5/18,3	20,7/29,7
Жесткость при изгибе, мН·см	0,25/0,16	0,35/0,16	0,33/0,16	0,37/0,23

Диаграмма «напряжение-деформация» бумаги – основы для парафинирования,

пропитанной крахмалом картофельным ферментированным:

продольное направление

поперечное направление



- 1 – бумага – основа для парафинирования;
- 2 – бумага - основа для парафинирования, пропитанная неферментированным крахмалом;
- 3 – бумага - основа для парафинирования, пропитанная крахмалом предварительно обработанным ферментом изоамилазой;
- 4 – бумага – основа для парафинирования, пропитанная крахмалом, предварительно обработанным ферментом пуллулазой.

**ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ
КРАХМАЛА КАРТОФЕЛЬНОГО
НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И
ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА**

***КАРТОНА ДЛЯ ПЛОСКИХ СЛОЕВ
ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА***

Влияние крахмала картофельного, обработанного ферментами, на свойства картона, высушенного конвективным способом сушки.

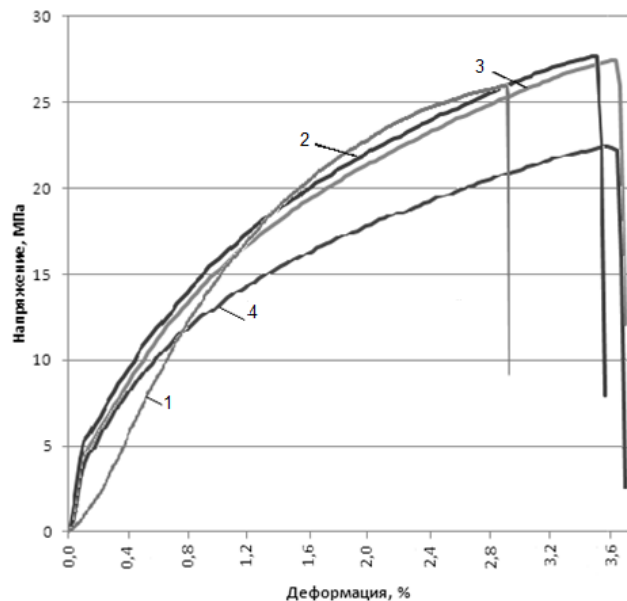
Свойства материалов	Непропитанный картон	Картон, пропитанный ферментированным крахмалом	Картон, пропитанный крахмалом, ферментированным изоамилазой	Картон, пропитанный крахмалом, ферментированным пуллулазой
Толщина, мкм	262,0	291,1	301,4	306,9
Масса, г/м ²	118,8	144,0	142,7	140,0
Максимальная нагрузка, Н	100,1	117,9	118,8	101,6
Деформация при макс.нагрузке, %	2,8	3,4	3,6	3,6
Максимальное напряжение, МПа	25,8	26,9	26,1	22,1
Модуль упругости, МПа	2218	4752	4812	4377
Работа разрушения, мДж	93,9	135,2	144,7	127,5
Жесткость при изгибе, мН·см	92,4	175,6	172,1	164,6

Влияние крахмала картофельного обработанного ферментами, на свойства картона, высушенного контактным способом сушки.

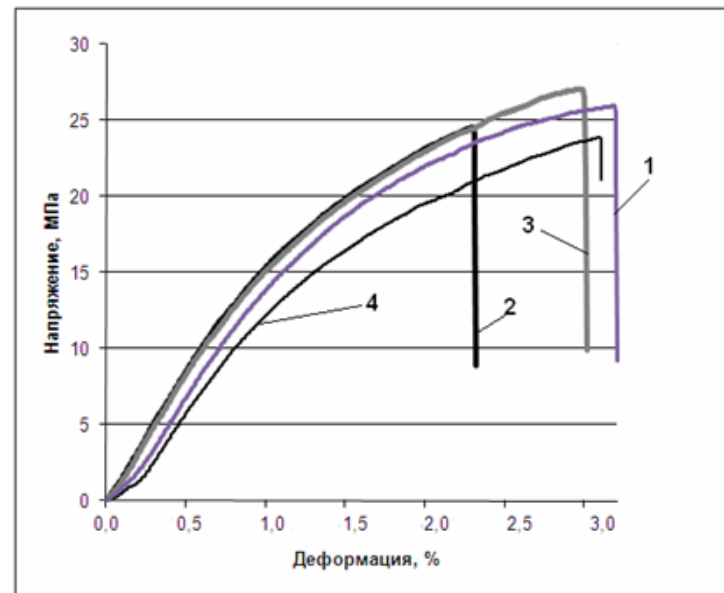
Свойства материалов	Непропитанный картон	Картон, пропитанный неферментированным крахмалом	Картон, пропитанный крахмалом, ферментированным изоамилазой	Картон, пропитанный крахмалом, ферментированным пуллулазой
Толщина, мкм	262,0	298,5	300,5	304,3
Масса, г/м ²	118,8	129,9	130,1	124,5
Максимальная нагрузка, Н	100,1	114,7	120,9	108,8
Деформация при макс. нагрузке, %	2,8	2,5	2,6	3,3
Максимальное напряжение, МПа	25,8	25,6	26,8	23,8
Модуль упругости, МПа	2218	2482	2260	1908
Работа разрушения, МДж	93,9	90,6	98,5	115,8
Жесткость при изгибе, мН·см	92,4	81,8	100,4	73,9

Диаграмма «напряжение-деформация» картона, пропитанного крахмалом картофельным ферментированным

при конвективном способе сушки

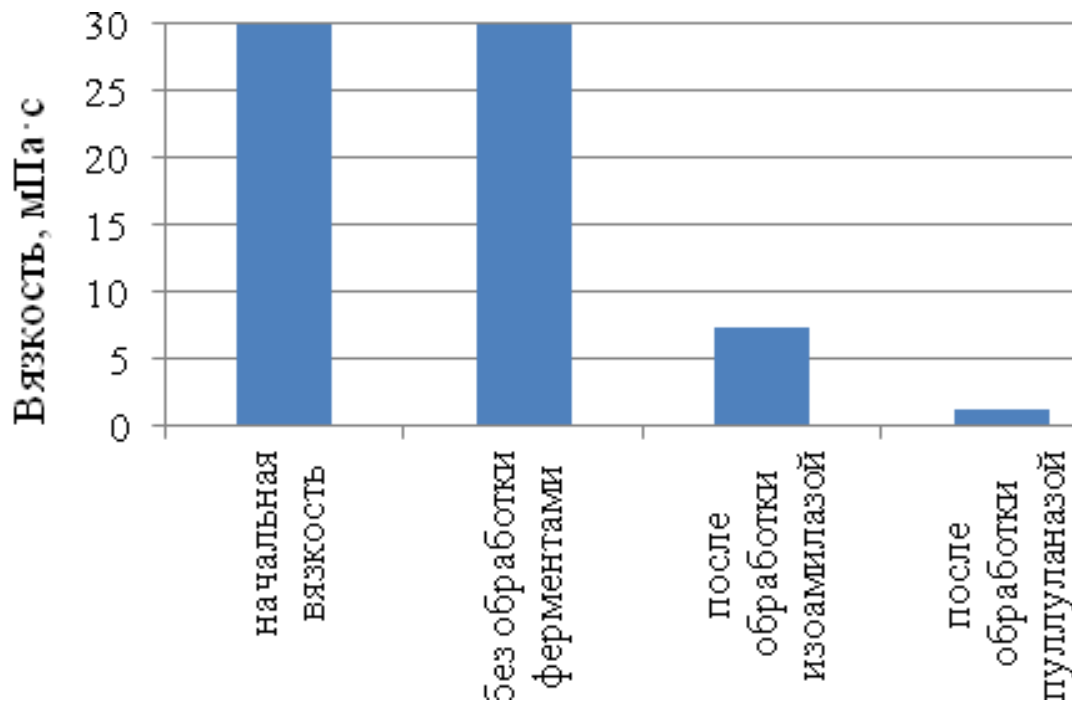


при контактном способе сушки



- 1 – картон;
- 2 – картон, пропитанный неферментированным крахмалом;
- 3 – картон, пропитанный крахмалом, предварительно обработанным ферментом изоамилазой;
- 4 – картон, пропитанный крахмалом, предварительно обработанным ферментом пуллулазой

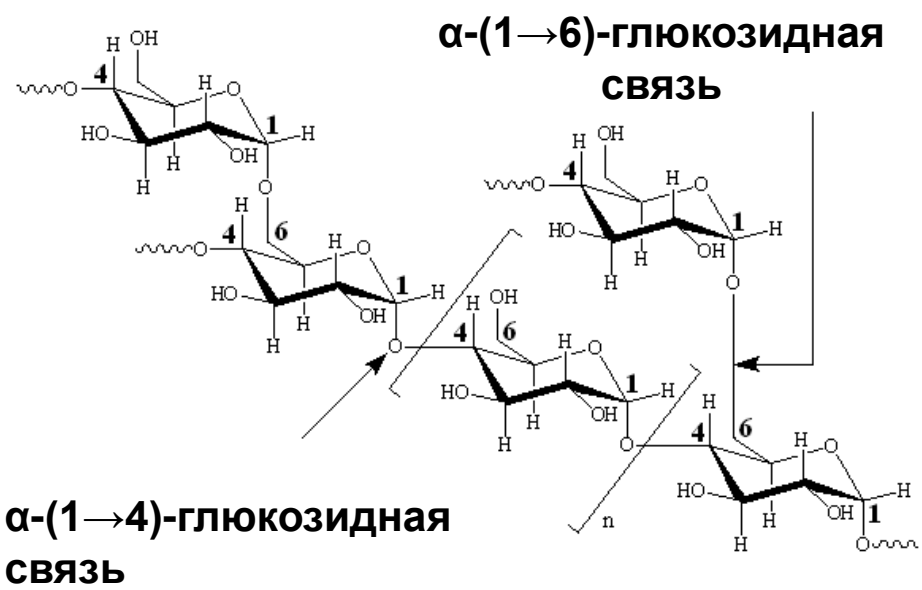
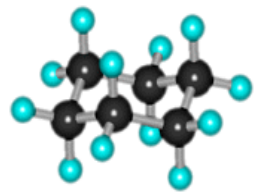
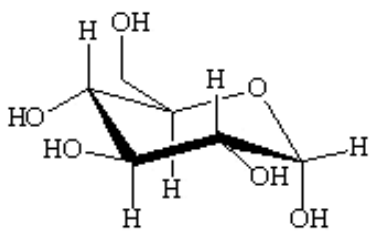
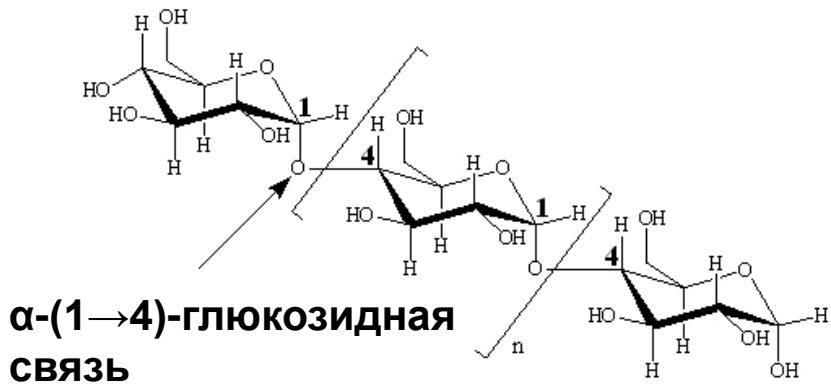
Изменение вязкости клейстера крахмального под действием ферментов



- Вязкость образцов измеряли на вибровискозиметре SV-1A при температуре 42 °С.

Линейная фракция крахмала – амилоза

Разветвленная фракция крахмала – амилопектин



Выводы:

- *Картофельный крахмал, обработанный ферментами пуллулазой и изоамилазой, положительно влияет на прочностные и деформационные характеристики бумаги и картона.*
- *Изучение влияния ферментированного крахмала на свойства бумаги и картона показало необходимость дальнейшего изучения влияния способа сушки пропитанных материалов этим крахмалом на прочностные и деформационные характеристики.*



- **В.И. Комаров –основатель научной школы «Механика целлюлозно-бумажных материалов»**

Список публикаций

- **Крякунова Е.В., Манахова Т.Н., Канарская З.А., Михайлова О.С., Казаков Я.В. Влияние пластификаторов на физико-механические свойства пленочных материалов на основе крахмала. Вестник Казанского технологического университета: Т. 16. № 22, с. 225 (2013)**
- **Манахова Т.Н., Казаков Я.В., Михайлова О.С. Изменение характеристик деформативности сульфатной хвойной небеленой целлюлозы при изменении степени химического и механического воздействия. Вестник Казанского технологического университета, № 21, с. 38 (2013)**
- **Влияние полимеров природного происхождения на свойства пленочных материалов Сборник тезисов XIII Международной конференции молодых ученых "Пищевые технологии и биотехнологии" (г. Казань, 15-17 апреля 2014 г.). Изд-во "Отечество", с. 31 (2014)**
- **Закирова А.Ш., Канарская З.А., Михайлова О.С., Василенко С.В. Биodeградируемые пленочные материалы. Часть 1. Биodeградируемые пленочные материалы на основе синтетических и микробиологически синтезированных полимеров. Вестник Казанского технологического университета, № 9, с. 155 (2014)**
- **Закирова А.Ш., Канарская З.А., Михайлова О.С., Василенко С.В. Биodeградируемые пленочные материалы. Часть 2. Биodeградируемые пленочные материалы на основе природных, искусственных и химически модифицированных полимеров. Вестник Казанского технологического университета, № 10, с. 114 (2014)**
- **Крякунова Е.В., Михайлова О.С., Канарский А.В., Казаков Я.В. Влияние вязкости крахмала картофельного на физико-механические свойства волокнистых материалов Вестник Казанского технологического университета, № 18, с. 173 (2014)**
- **Беляев О.С., Казаков Я.В., Михайлова О.С. Взаимосвязь макроструктуры и физико-механических свойств картона. Вестник Казанского технологического университета: Т. 17. № 23, с. 47 (2014)**
- **Влияние ферментативной обработки на свойства гидроколлоидов Сборник материалов конференции «Биотехнология: состояние и перспективы развития» VIII Московский международный конгресс (17-20 марта 2015 г.)**
- **Михайлова О.С., Крякунова Е.В., Канарский А.В., Казаков Я.В., Дулькин Д.А. Влияние ферментативной обработки крахмала картофельного на физико-механические свойства бумаги Вестник Казанского технологического университета: Т 18. № 4, с. 203 (2015)**

Спасибо за внимание!

