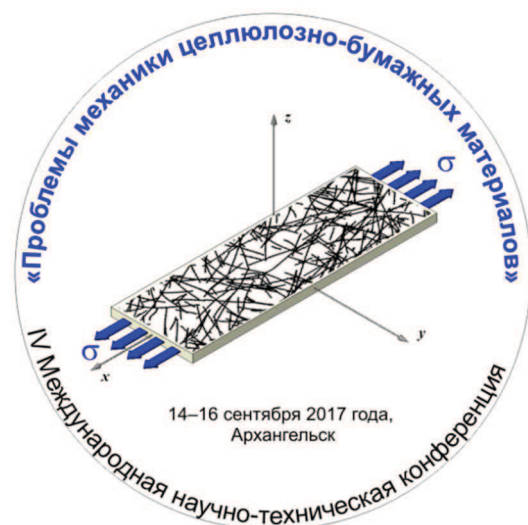




Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ



МАТЕРИАЛЫ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА В.И. КОМАРОВА

14–16 сентября 2017 г.

Архангельск
2017

УДК 676.017
ББК 35.77
П 78

Составитель – **Я.В. Казаков**

*Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований (проект № 17-08-20431\17)*

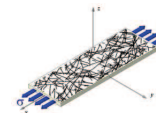
П 78 **Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов:**
материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. памяти про-
фессора В.И. Комарова (Архангельск, 14–16 сентября 2017 г.) /
Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск:
САФУ, 2017. – 377 с.
ISBN 978-5-261-01259

Представлены материалы докладов по фундаментальным и прикладным исследованиям в области механики целлюлозно-бумажных материалов по следующим направлениям: физические основы и методы оценки механического поведения целлюлозно-бумажных материалов; новые технологические решения для повышения уровня механических свойств технической целлюлозы, бумаги и картона; перспективы развития ресурсосберегающих способов получения бумаги и картона из рециркулируемого сырья; нанотехнологии в получении новых видов целлюлозы и бумагоподобных материалов.

УДК 676.017
ББК 35.77

ISBN 978-5-261-01259

© Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова, 2017



О МЕХАНИЗМЕ ОСАЖДЕНИЯ КРАХМАЛА И ЕГО КОМПОНЕНТОВ НА ВОЛОКНАХ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

В.А. Житнюк¹, Е.В. Белкина¹, А.М. Идиатуллин²

¹ ГП «Пермская Целлюлозно-бумажная компания», г. Пермь, Россия

² ООО «Технобум-2», п. Правдинский, Московская обл., Россия

В статье рассмотрены закономерности осаждения натурального крахмала и его компонентов на волокнах целлюлозы. Дисперсии натурального крахмала были разделены на растворенную амилозную и коллоидную амилопектиновую фракцию и изучены закономерности их осаждения на волокнах лиственной целлюлозы. Описан механизм разделения крахмала на фракции.

ON THE MECHANISM OF PRECIPITATION OF STARCH AND ITS COMPONENTS ON CELLULOSE FIBERS

V.A. Zhitnyuk¹, E.V. Belkina¹, A.M. Idiatullin²

¹ «PermCBK», Perm, Russia

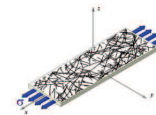
² «Technoboom-2», Pravdinskiy, Moscow region, Russia

In the article regularities of precipitation of natural starch and its components on cellulose fibers are considered. Dispersions of natural starch were divided into dissolved amylose and colloidal amylopectin fractions and the regularities of their precipitation on hardwood pulp fibers were studied. The method of starch separation into fractions is described.

Целью данной работы являлось изучение механизма осаждения и адсорбции крахмала и его растворенной и коллоидной фракций на волокнах целлюлозы.

С целью разделения крахмала на растворимую и коллоидную части была разработана следующая методика. Натуральный кукурузный крахмал варили в течение 30 мин при 95-97 °С на кипящей водяной бане. После чего дисперсию разбавляли до 2 % и перемешивали на лабораторной мешалке при 600-650 об/мин. в течение 2 мин. и охлаждали до 50 °С. Далее дисперсию центрифугировали на лабораторной центрифуге при 2000 об/мин. в течение 20 мин. В результате в кюветах получали разделение дисперсии крахмала на две ярко выраженные фракции – верхняя объемом около 60 %, прозрачная и низковязкая и нижняя фракция объемом около 40 %, полупрозрачная и очень вязкая. Внешний вид кювет с крахмалом после центрифугирования показан на рис.1.

Содержимое кювет (в каждой было по 25 г крахмальной дисперсии) разделили на пять фракций, аккуратно отбирая верхнюю часть жидкости



сверху с помощью специальных пипеток по пять грамм в каждую фракцию. Всего из двух кювет получили 5 фракций по 10 г каждая.

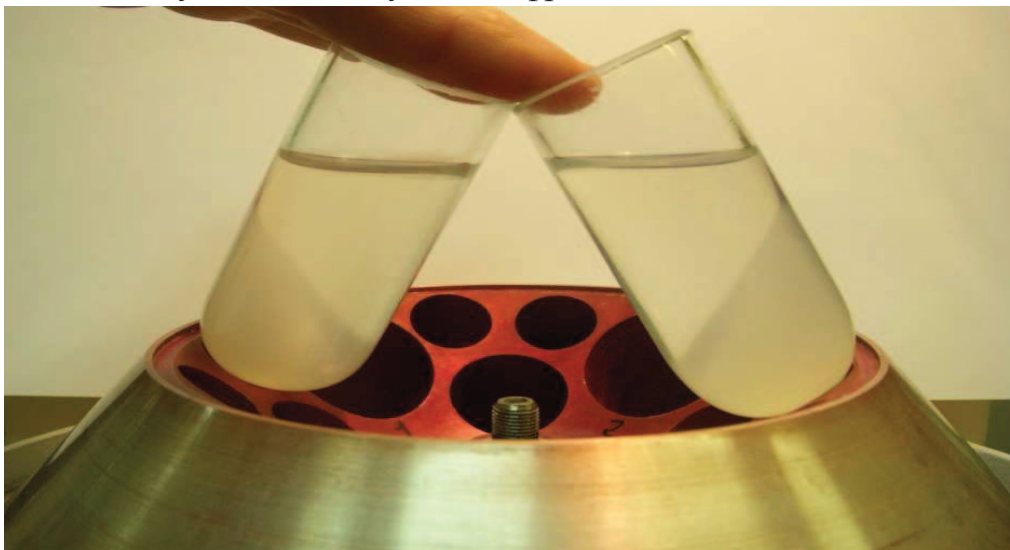


Рис. 1. Внешний вид дисперсий крахмала в кюветах сразу после центрифугирования

На рис. 2 показан внешний вид фракций. Из фото видно, что консистенция фракции 5 не текучая.

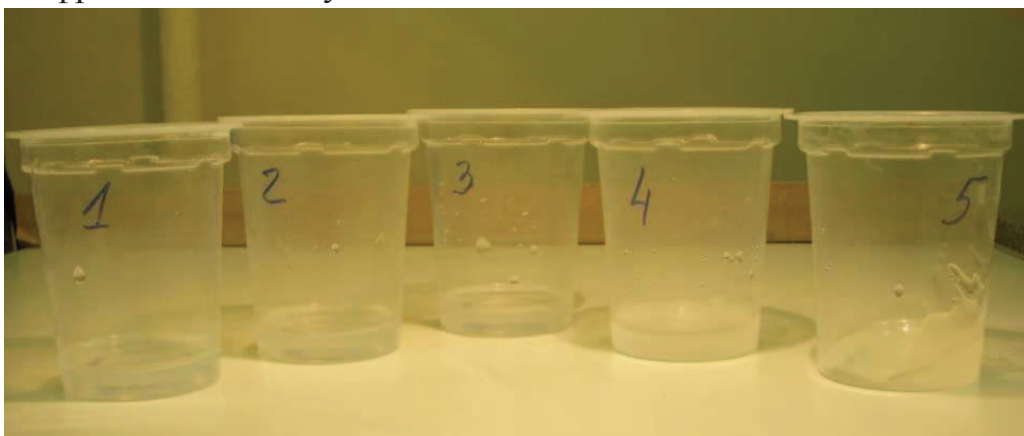
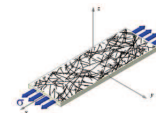


Рис. 2. Внешний вид фракций крахмала после разделения

Далее провели анализ исходной дисперсии и каждой фракции на следующие свойства:

- содержание сухих веществ;
- оптическую плотность йод-крахмального комплекса при концентрации 50 мг/л при длине волны 595 нм;
- на спектрофотометре сняли спектры поглощения йодных комплексов в диапазоне 400-670нм при концентрации 100 мг/л;



- на рефрактометре ИРФ -454 измерили показатель преломления света и рассчитали концентрацию растворенных веществ (в расчете на сахарозу) и долю растворенных веществ от сухих;

Результаты испытаний представлены в табл. 1:

Таблица 1. Свойства дисперсии кукурузного крахмала после варки и центрифугирования на 5 фракций

Показатель	Натуральный крахмал	Фракция №1	Фракция №2	Фракция №3	Фракция №4	Фракция №5
Внешний вид	Мутный, средне-вязкий	Прозрачный не вязкий	Прозрачный, не вязкий	Прозрачный, не вязкий	Мутный, очень вязкий	Мутный, пастообразный
Масса фракции, г	50,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Содержание сухих веществ, %	1,81	0,74	0,74	0,74	2,73	4,10
Доля сухих веществ от общего, %	100,0	8,2	8,2	8,2	30,2	45,2
Оптическая плотность йод-крахмального комплекса при 595 нм	0,94	2,00	2,01	2,01	0,74	0,56
Максимум поглощения, нм	около 600	около 620	—	около 620	—	около 600

Основные результаты табл. 1 показаны на диаграмме на рис. 1.

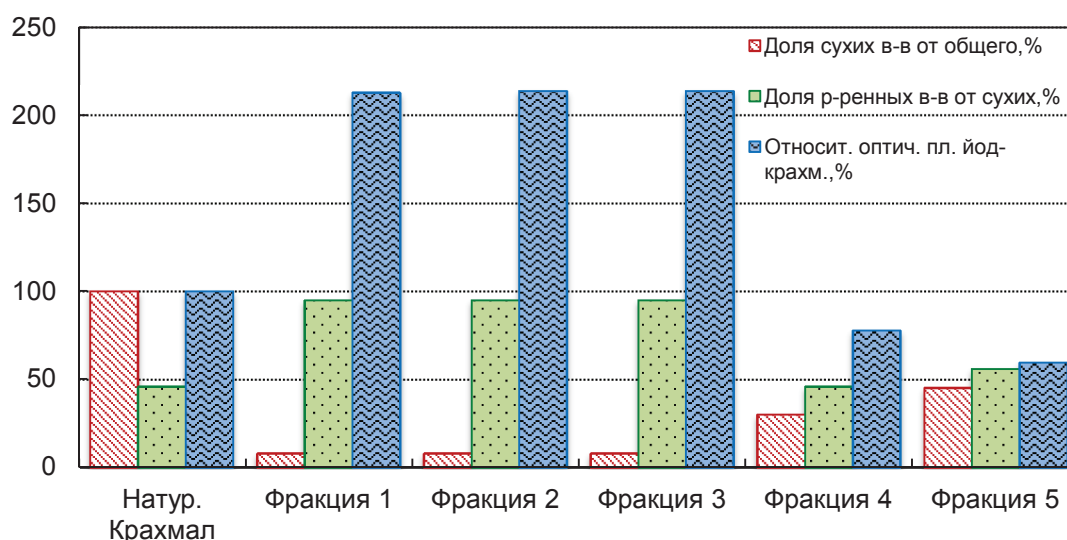
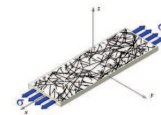


Рис. 1. Относительные свойства и состав дисперсии исходного крахмала и его фракций после разделения на 5 фракций



Из табл. 1 и диаграммы рис. 1 видно, что первые три фракции практически идентичны и состоят из растворенных молекул крахмала, а фракции 4 и 5 несколько отличаются, но состоят из коллоидных частиц.

На рис. 2. приведены спектры поглощения йод-крахмальных комплексов разных фракций при концентрации крахмала и фракций по 100 мг/л и концентрации йода 0,00075 н.

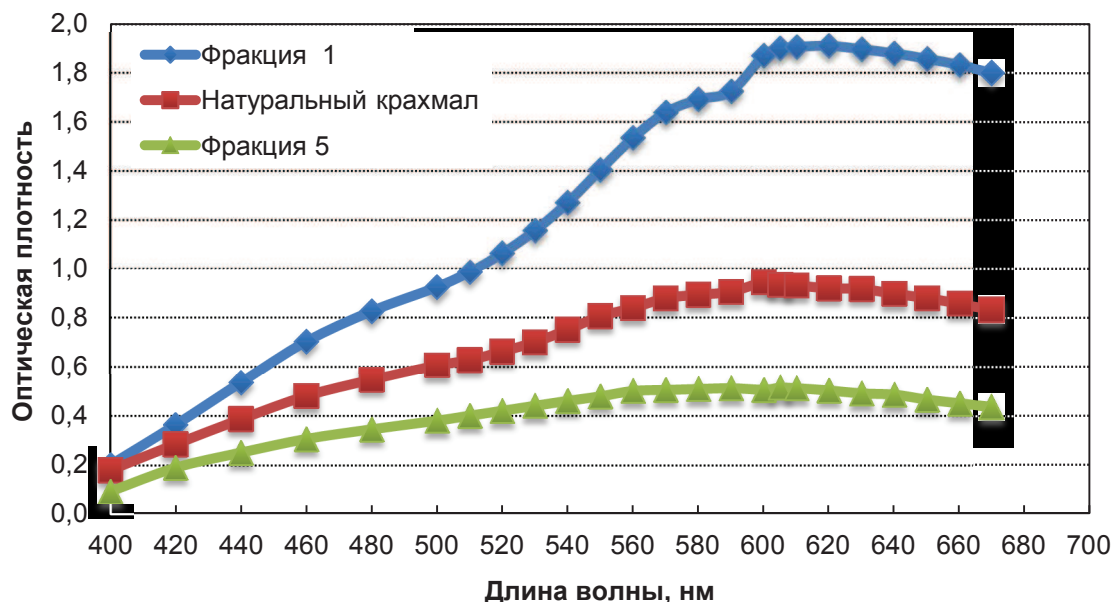
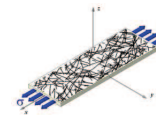


Рис.2. Спектры поглощения йодных комплексов крахмала и фракций 1 и 5; концентрация крахмала и фракций 100 мг/л

Для того, чтобы идентифицировать состав фракций можно отметить следующие особенности и различия:

- общая массовая доля сухих веществ фракций 1-3 составляет 24,6 % от сухих веществ крахмала – это соответствует содержанию амилозной фракции в кукурузном крахмале [1];
- массовая доля сухих веществ фракций 4 и 5 составляет около 75 %, что соответствует содержанию амилопектиновой фракции;
- оптическая плотность йодного комплекса у фракций 1-3 в 3-4 раза выше, чем у фракций 4 и 5. Известно, йод-амилозный комплекс обладает большей экстинкцией, чем йод-амилопектиновый [1];
- максимум поглощения йод-амилозного комплекса смещен в сторону большей длины волны в сравнении с йод-амилопектиновым комплексом [1];
- вязкость фракций 1-3 очень низкая, что характерно для низкомолекулярной массы амилозной фракции, а вязкость фракций 4 и 5 высокая, что характерно для высокомолекулярной амилопектиновой фракции.



Перечисленные выше факты свидетельствуют о том, что в результате фракционирования дисперсия крахмала разделилась на преимущественно растворённую амилозную фракцию (фракции 1-3) и преимущественно коллоидную амилопектиновую фракцию (фракции 4-5).

Далее исследовали закономерности осаждения полученных фракций крахмала на целлюлозе. Для проведения эксперимента листовенную белёную сульфатную целлюлозу (производства ОАО «Архангельский ЦБК») размалывали на ЦРА до 29 °ШР и готовили суспензию концентрацией 2 %. В суспензию подавали крахмал и фракции крахмала при концентрациях от 25 мг/л до 750 мг/л, что соответствует обычной концентрации крахмала в макулатурной массе.

После подачи крахмала в целлюлозную массу её перемешивали в течение 2 мин., пропускали через мелкое сито и получали подсеточную воду. Последнюю анализировали на содержание крахмала. Удержание крахмала (фракций) рассчитывали, как отношение концентрации крахмала (фракций) в подсеточной воде к концентрации того же крахмала или фракций, поданных в целлюлозную массу. Результаты представлены на рис.3.

Из графиков рис. 3 видно, что полученные фракции крахмала осаждаются на волокнах целлюлозы по разному. Коллоидная амилопектиновая фракция 5 осаждается почти полностью на 90-97 % даже при высоких концентрациях, а растворенная амилозная фракция осаждается в меньшей степени 35-70 %, причем её удержание быстро снижается при повышении концентрации амилозной фракции.

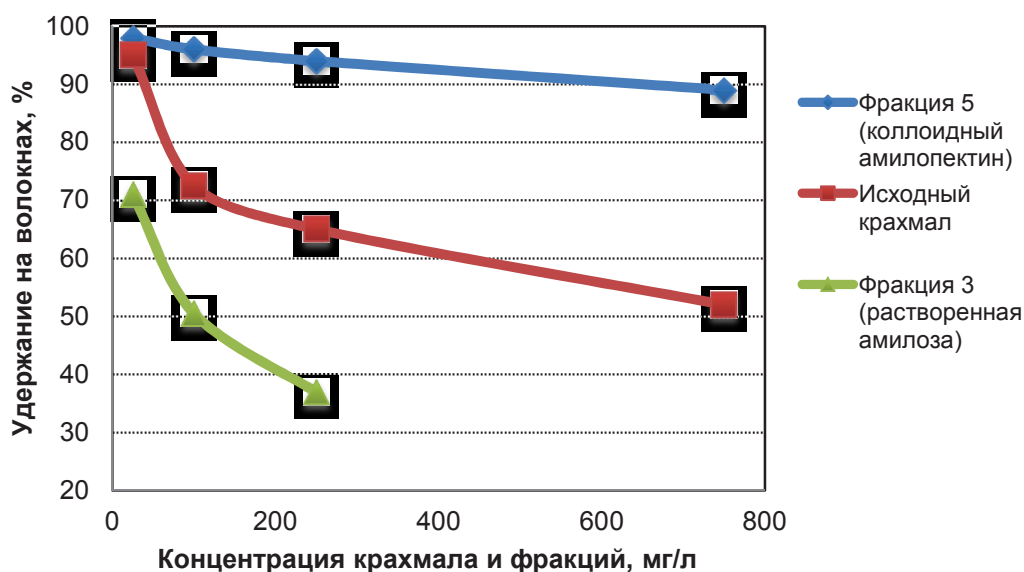
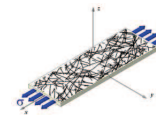


Рис. 3. Влияние концентрации крахмала и его фракций в целлюлозной массе на удержание на волокнах белёной листовенной сульфатной целлюлозы



Выводы:

1. С целью изучения механизма осаждения натурального кукурузного крахмала на волокнах целлюлозы был разработан метод и достигнуто разделение крахмала на растворенную и коллоидную фракции, из которых состоит дисперсия натурального крахмала, сваренная при температуре 95-97 °С. Метод основан на контролируемых условиях варки и центрифугировании дисперсии.

2. В результате спектрального и других методов анализа полученных фракций было установлено, что растворенная часть состоит преимущественно из амилозной фракции крахмала, а коллоидная часть из амилопектиновой. Были изучены основные свойства полученных фракций, сняты спектры поглощения йодных комплексов, показано различие в удельном поглощении и максимумы поглощения йодных комплексов, установлена доля каждой фракции.

3. На примере листовенной белёной СФА целлюлозы изучены особенности осаждения и удержания исходного крахмала, а также растворенной амилозной и коллоидной амилопектиновых фракций крахмала на волокнах целлюлозы. Показана динамика изменения удержания при различных концентрациях диспергированного крахмала и фракций в диапазоне от 25 до 750 мг/л, что соответствует реальному содержанию крахмала в производственной макулатурной бумажной массе. Показано, что коллоидная амилопектиновая фракция удерживается на 90-97 % то есть почти полностью даже при высоких концентрациях в массе, а растворенная амлозная – напротив, удерживается в меньшей степени на 35-70 % и удержание быстро снижается при повышении её концентрации в целлюлозной массе.

Список литературы

1. Рихтер М., Аугустат З., Ширбаум Ф. Избранные методы исследования крахмала. Пер. с немецкого. М., Пищевая пром-сть, 1975. 180 с.