

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

# **ПРОМЫВКА И ОТБЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ**

*Учебное пособие*

*Допущено Северным (Арктическим)  
федеральным университетом  
имени М.В. Ломоносова  
в качестве учебного пособия*

Архангельск  
  
ИПЦ САФУ  
2013

УДК 676.017

ББК 35.77

П 78

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом  
Северного (Арктического) федерального университета  
имени М.В. Ломоносова

*Авторы:* Л.А. Миловидова, Г.В. Комарова,  
Т.А. Королева, Ю.В. Севастьянова,  
Я.В. Казаков, В.И. Белоглазов

*Рецензенты:* О.С. Бровко, кандидат химических наук;  
К.А. Иванов, кандидат технических наук

П 78 Промывка и отбелка целлюлозы: учебное пособие / Л.А. Мило-  
видова, Г.В. Комарова, Т.А. Королева, Ю.В. Севастьянова, Я.В. Ка-  
заков, В.И. Белоглазов; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. – Архангельск:  
ИПЦ САФУ, 2013. – 212 с.; ил.

ISBN 978-5-261-00831-6

Приведены основы теории промывки и отбелки целлюлозы; даны описание и технические характеристики современного оборудования для промывки и отбелки целлюлозы; рассмотрены вопросы составления технологических схем промывки, отбелки целлюлозы различного назначения; представлены примеры расчетов материальных балансов различных узлов технологической схемы производства целлюлозы, а также расчет и подбор оборудования.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 240100.62, 240100.68 «Химическая технология», профиль «Химическая технология целлюлозно-бумажного производства», дневной и заочной форм обучения.

УДК 676.017

ББК 35.77

ISBN 978-5-261-00831-6

© Северный (Арктический) федеральный  
университет имени М.В. Ломоносова, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПРОМЫВКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ .....	3
1.1. Цели и способы промывки целлюлозы .....	3
1.2. Показатели эффективности процесса промывки .....	11
1.3. Факторы процесса промывки.....	23
1.3.1. Температура массы и промывной жидкости (воды) ....	23
1.3.2. Расход промывной воды и фактор разбавления .....	23
1.3.3. Разность давлений $\Delta p$ .....	24
1.3.4. Степень провара целлюлозы и порода древесины .....	24
1.3.5. Добавка пеногасителей .....	24
1.3.6. Ионная сила промывной воды.....	25
1.3.7. pH при промывке .....	25
1.3.8. Концентрация массы при промывке .....	26
1.4. Оценка эффективности процесса промывки .....	27
1.5. Основные виды промывного оборудования .....	29
1.5.1. Промывные вакуумные фильтры.....	30
1.5.2. СВ-фильтры (Compaction Baffle Filter).....	45
1.5.3. Фильтр-прессы жидкостного давления (ФЖД) .....	48
1.5.4. Промывные прессы .....	49
1.5.5. Прессы AWP .....	57
1.5.6. Ленточный промывной фильтр Chemi Washer .....	58
1.5.7. Диффузоры.....	60
2. ОТБЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ .....	69
2.1. Основные закономерности процесса отбелки целлюлозы ...	71
2.2. Основные способы получения и свойства bleaching реагентов .....	79
2.2.1. Свойства и способы получения молекулярного хлора	81
2.2.2. Получение и транспортировка гидроксида натрия .....	85
2.2.3. Получение гипохлорита.....	86
2.2.4. Свойства и способы получения диоксида хлора .....	86
2.2.5. Свойства и способы получения пероксида водорода...	95
2.2.6. Свойства пероксикислот и их получение .....	98
2.2.7. Свойства, получение и транспортировка кислорода....	100
2.2.8. Свойства и получение озона.....	102
2.2.9. Свойства хелатов.....	104
2.3. Химические реакции при отбелке целлюлозы хлорсодержащими реагентами .....	105
2.3.1. Хлорирование целлюлозы молекулярным хлором.....	105
2.3.2. Отбелка целлюлозы диоксидом хлора.....	117
2.3.3. Отбелка целлюлозы гипохлоритом.....	128

2.4. Щелочные обработки целлюлозы .....	131
2.4.1. Химизм щелочных обработок целлюлозы .....	131
2.4.2. Режимы щелочных обработок целлюлозы.....	134
2.4.3. Кинетика и факторы щелочения целлюлозы .....	136
2.5. Отбелка целлюлозы кислородсодержащими реагентами ....	142
2.5.1. Кислородно-щелочная делигнификация .....	142
2.5.2. Отбелка целлюлозы озоном .....	157
2.5.3. Отбелка целлюлозы пероксидом водорода.....	169
2.6. Отбелка с использованием энзимов .....	180
2.6.1. Получение и свойства энзимов .....	180
2.6.2. Влияние факторов обработки энзимами на процесс отбелки .....	182
2.7. Оборудование для отбелки целлюлозы .....	186
2.7.1. Отбельные башни.....	186
2.7.2. Смесители волокнистой массы с паром, химикатами и насосы для перекачки массы .....	194
2.8. Расчет материального баланса по воде и волокну и оборуду- дования для ступени отбелки .....	203
Список литературы .....	210

Редактор *Е.А. Зажигина*  
 Оригинал-макет и дизайн обложки *Е.А. Банниковой*

---

Подписано в печать 06.12.2013. Формат 60×84/16.  
 Усл. печ. л. 12,3. Тираж 200 экз. Заказ № 911.

---

Издательско-полиграфический центр им. В.Н. Булатова  
 ФГАОУ ВПО САФУ

163060, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 56