

УДК 677.11.021

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_1\_183

**ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ  
ИЗ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА МОНОСУЛЬФИТНЫМ СПОСОБОМ**

**FEATURES OF PRODUCING CELLULOSE LINEN FIBER  
IN MONOSULFITNYM WAY**

*О.Ф. БОГДАНОВА, О.А. ГОРАЧ*

*O.F. BOGDANOVA, O.A. GORACH*

(Херсонский национальный технический университет, Украина)

(Kherson National Technical University, Ukraine)

E-mail: gorach.olga@kntu.net.ua

*В статье рассмотрены вопросы получения целлюлозы из льняного волокна моносультитным способом на основе повторного использования раствора после первичной варки. Установлены оптимальные параметры и режимы варки целлюлозы из льняного волокна.*

*The article discusses how to obtain cellulose from flax fiber in monosulfitym way, based on the reuse of the solution after primary pulping. The optimal parameters and pulping modes of flax fiber are obtained.*

**Ключевые слова:** льняное волокно, целлюлоза, моносультит, качественные показатели.

**Keywords:** flax fibers , cellulose, monosulfit , quality indicators .

В настоящее время еще не разработаны технологии получения целлюлозосодержащих полуфабрикатов на основе однолетних растений, поэтому Украина импортирует целлюлозу из зарубежных стран. Существующие технологии, как известно, являются материалоемкими и требуют значительных затрат на закупку реагентов. Однако сейчас мировая целлюлозно-бумажная промышленность оказалась в затруднительном положении, поскольку производители целлюлозы повысили цены на свою продукцию [1]. Сначала MetsäFibre (Фин-

ляндия) объявила о повышении цен на хвойную целлюлозу (NBSK) в Европе с 1 марта 2013 года. Новая цена составляет 860 долларов за тонну. Затем к MetsäFibre присоединилась MercerInternational (Германия). Эта компания также объявила о повышении европейских цен на хвойную целлюлозу (NBSK) с 1 марта 2013 года до 860 долларов за тонну. Södra (Швеция) повысила цены в Европе на хвойную целлюлозу до 870 долларов за тонну, а на лиственную— до 820 долларов за тонну. После этого StoraEnso (финско-шведская лесопромыш-

ленная компания, одна из крупнейших в мире) начала информировать клиентов о повышении цен на северную беленую хвойную целлюлозу (NBSK) в Европе с 1 марта 2013 г. до 700 евро за тонну [1]. Поэтому исследования в данном направлении, несомненно, будут способствовать импортозамещению целлюлозосодержащих материалов, которые в настоящее время завозятся в Украину из других стран.

Существующие способы получения целлюлозы из льняного сырья требуют достаточно больших материальных и энергетических затрат. Как известно, промышленное получение целлюлозы является очень материалоемким процессом, требующим значительных затрат реагентов, а также достаточно больших материальных ресурсов для очистки очистных сооружений. Учитывая вышеизложенное, особую актуальность приобретает вопрос разработки нового экологически чистого и экономичного способа получения целлюлозы. Поскольку получение отечественного дешевого и к тому же ежегодно возобновляемого сырья может стать дополнительным источником сырья для отечественной целлюлозной промышленности, что в свою очередь будет способствовать решению проблемы импортозамещения.

Основными химическими компонентами льняного стебля (как лубяной, так и древесной его части) являются: целлюлоза, лигнин, пектиновые вещества и гемицеллюлозы. Ранее главным источником получения целлюлозы был хлопок (хлопковый линт), однако сегодня он стал импортным сырьем, что, в свою очередь, привело к повышению цен на продукты его переработки.

Природная целлюлоза, или клетчатка, является единственным источником промышленного производства целлюлозы. Существует множество способов промышленного получения целлюлозы для применения в различных отраслях народного хозяйства [2...5]. Сырье для картонно-бумажного производства подразделяют на первичное и вторичное. Первичное – это целлюлоза, получаемая из переработанных растительных волокон. Проблема сырьевой зависимости

целлюлозно-бумажной промышленности от импорта постоянно обостряется, что связано со стремительным ростом цен на импортируемую целлюлозу.

Вторичным сырьем для производства целлюлозно-бумажной продукции является макулатура. Как и целлюлоза, макулатура в последнее время тоже очень подорожала. Это, в свою очередь, приводит к росту цен на продукцию отечественной целлюлозно-бумажной отрасли и снижению ее конкурентоспособности. Главная причина подорожания – борьба отечественных целлюлозно-бумажных комбинатов за сырьевые ресурсы, которая вызвала дефицит макулатуры на внутреннем рынке [6].

Итак, на сегодняшний день целлюлозно-бумажная промышленность находится в затруднительном положении, поэтому поиск альтернативных способов получения целлюлозы из однолетних растений – важная задача современности. Таким образом, особую актуальность приобретает вопрос создания способа получения целлюлозы из льняного волокна, применение которого позволило бы за счет технологических особенностей уменьшить количество используемых химических реагентов и улучшить показатели качества целлюлозы.

Для уменьшения импортозависимости отечественных целлюлозно-бумажных предприятий была принята Общегосударственная целевая программа развития целлюлозно-бумажной промышленности Украины и отечественного рынка картонно-бумажной продукции на период до 2020 года, в которой предусмотрено использование соломы однолетних растений для создания отечественной сырьевой базы бумажной промышленности.

Выполняя исследования в соответствии с Общегосударственной целевой программой развития целлюлозно-бумажной промышленности Украины и отечественного рынка картонно-бумажной продукции на период до 2020 года, ученые Херсонского национального технического университета разработали технологии получения технической целлюлозы из лубяного сырья – льна масличного, льна-долгунца и конопли – для последующего получения картона и бумаги

[7...11]. Данные технологии были разработаны в 2010-2014 гг. Показатели качества полученных волокнистых полуфабрикатов определяли по действующим стандартам на целлюлозу и бумагу из древесного сырья.

Анализ физико-механических показателей полученных образцов свидетельствует, что техническая целлюлоза из лубяного сырья по своему качеству не уступает показателям технической целлюлозы, полученной из древесины, а по некоторым параметрам даже превосходит ее. Учитывая высокие показатели прочности, полученные волокнистые полуфабрикаты можно использовать в композиции при производстве долговечных, прочных и специальных видов бумаги.

Оценка качества целлюлозы, получаемой из однолетних растений, например из льна масличного, льна-долгунца и ненаркотической конопли, проводится в соответствии с действующими стандартами СССР: ГОСТ 19318–73 "Целлюлоза. Подготовка

проб к химическим анализам", ГОСТ 16932–93 "Целлюлоза. Определение содержания сухого вещества", ГОСТ 6841–77 "Целлюлоза. Метод определения смол и жиров", ГОСТ 10820-75 "Целлюлоза. Метод определения массовой доли пентозанов", ГОСТ 6840–78 "Целлюлоза. Метод определения содержания  $\alpha$ -целлюлозы", ГОСТ 14363.4–89 "Целлюлоза. Метод подготовки проб к физико-механическим испытаниям" [10...17].

При выполнении научно-исследовательских работ учеными кафедры было проверено влияние использования отработанного щелока на качественные показатели полученной целлюлозы. В процессе исследований были установлены оптимальные параметры и режимы варки целлюлозы с использованием отработанного щелока. Результаты проведенных экспериментальных исследований по определению качественных показателей целлюлозы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние добавления отработанного щелока на качественные показатели целлюлозы									
Показатель качества	Отработанный щелок, %								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Выход целлюлозы, %	46,0	48,2	48,8	49,7	51,7	52,2	45,7	48,7	47,1
Содержание альфа-целлюлозы, %	89,5	90,2	95,2	93,5	94,2	94,8	93,2	92,7	91,8
Содержание остаточного лигнина, %	5,67	6,6	6,8	6,5	6,7	6,9	6,7	6,5	6,2
Разрывная длина, м	4900	5100	5500	5700	5900	6100	5500	5700	5200
Абсолютное сопротивление на разрыв, Н	25,5	24,9	25,0	24,5	24,7	26,0	24,2	22,8	20,5
Абсолютное сопротивление разрывному продавливанию, кПа	250	255	260	245	246	247	235	230	220
Сопротивление на излом, к.п.п.	22	22	23	24	25	26	25	15	12

Анализируя результаты, представленные в табл. 1, можно сделать вывод, что использование отработанного щелока с концентрацией 10...50% при повторной варке целлюлозы позволяет получить целлюлозу с показателями качества, которые не уступают качественным показателям целлюлозы, например, из лиственных пород деревьев. Так, показатель разрывной длины увеличился с 4900 м в контрольном варианте до 6100 м в варианте с 50% добавлением отработанного щелока. Абсолютное сопро-

тивление на разрыв и абсолютное сопротивление на разрывное продавливание почти не изменилось по сравнению с контрольным вариантом. Показатель сопротивления на излом также увеличился с 22 к.п.п. в контрольном варианте до 26 к.п.п. в варианте с 50 % добавлением отработанного щелока.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что варка целлюлозы из льняного волокна указанным способом позволяет тратить около 50% от исходного

количества химических реагентов и повторно использовать варочный раствор при последующей варке.

На основе проведенных исследований был разработан экологически чистый и экономичный способ получения целлюлозы, что позволяет значительно сократить расходы на приобретение химических реагентов, уменьшить объем выбросов в окружающую среду и очистные сооружения. Использование дешевого, отечественного, ежегодно возобновляемого сырья может стать дополнительным источником для отечественной целлюлозно-бумажной промышленности и, в свою очередь, будет способствовать решению проблемы импортозамещения.

Таким образом, на основе полученных результатов исследований можно утверждать, что использование для варки раствора с добавлением до 50% первичного варочного раствора позволяет получить целлюлозу с качественными показателями, которые не уступают показателям качества целлюлозы, полученной из листовых пород деревьев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Содружество бумажных оптовиков: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.sbo-paper.ru/news/archive\\_world/39476/](http://www.sbo-paper.ru/news/archive_world/39476/).
2. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3-х т. / Т. I. Сырье и производство полуфабрикатов. – Ч. 2. Производство полуфабрикатов. – СПб.: Политехника, 2003.
3. Дейкун И.М. Разработка технологии получения льняной целлюлозы для химической переработки: Дис. ... канд. техн. наук. – К., 2005.
4. Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы. – М.: Экология. Т.3, 1994.
5. Галашина В.Н. Морыганов А.П. Изменение свойств льноволокна и структуры целлюлозы при щелочных и щелочно-окислительных обработках // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Высокоэффективные технологии производства и переработки льна. – Вологда, 2002. С. 136.
6. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. – Ч. ИИ / Под общ. ред. В.А. Столяровой. – СПб.: АНО НПО "Профессионал", 2007.
7. Патент на изобретение 10331 А от 25.12.96, Бюл. № 4. Способ получения целлюлозы, Чурсина Л.А., Логачева Л.И., Богданова О.Ф. и др.

8. Патент на изобретение № 10597 А от 25.12.96. Бюл. № 4. Способ получения волокнистой массы из исходного недревесного сырья, Чурсина Л.А., Логачева Л.И., Богданова О.Ф. и др.

9. Патент на изобретение № 33428 А от 15.02.01 Бюл. № 1, 2001 год. Способ отбеливания льняного целлюлозного полуфабриката Богданова О.Ф., Путинцева С.В., Чурсина Л.А.

10. Патент на полезную модель № 48160, от 10.03.2010, Бюл. № 5. Способ получения целлюлозы Путинцева С.В., Богданова О.Ф., Чурсина Л.А.

11. Патент на полезную модель № 56855 от 25.01.2011 Бюл. №2. – 4 с. Способ получения целлюлозы. Чурсина Л.А., Лялина Н.П., Богданова О.Ф., Резвых Н.И.

12. ГОСТ 19318–73. Целлюлоза. Подготовка проб к химическим анализам. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1979.

13. ГОСТ 16932–93. Целлюлоза. Определение содержания сухого вещества. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1979.

14. ГОСТ 6841–77. Целлюлоза. Метод определения смол и жиров. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1977.

15. ГОСТ 10820–75. Целлюлоза. Метод определения массовой доли пентозанов. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1975.

16. ГОСТ 6840–78. Целлюлоза. Метод определения содержания а-целлюлозы. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1983.

17. ГОСТ 14363.4–89. Целлюлоза. Метод подготовки проб к физико-механическим испытаниям. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам (Издательство стандартов), 1989.

#### REFERENCES

1. Commonwealth of paper wholesalers: [Electronic resource]. – Access mode: [http://www.sbo-paper.ru/news/archive\\_world/39476/](http://www.sbo-paper.ru/news/archive_world/39476/).
2. Technology of pulp and paper production. In 3 volumes / T. I. Raw materials and production of semi-finished products. - Part 2. Production of semi-finished products. - St. Petersburg: Polytechnic, 2003.
3. Deykun I.M. Development of technology for the production of flax pulp for chemical processing: Dis. ... cand. tech. Sciences. – K., 2005.
4. Nepenin Yu.N. Cellulose technology. – М.: Ecology. Т.3, 1994.
5. Galashina V.N. Moryganov A.P. Changes in the properties of flax fibers and the structure of cellulose during alkaline and alkaline-oxidative treatments // Mat. International scientific-practical Conf.: Highly efficient technologies for the production and processing of flax. - Vologda, 2002. P. 136.

6. New reference book for chemists and technologists. Raw materials and products of the industry of organic and inorganic substances. - Ch. II / Under the general. ed. V.A. Stolyarova. – St. Petersburg: ANO NPO "Professional", 2007.

7. Patent for invention 10331 A dated 12/25/96, Bull. № 4. Method for producing cellulose, Chursina L.A., Logacheva L.I., Bogdanova O.F. and etc.

8. Patent for invention № 10597 A dated 12/25/96. Bull. № 4. Method for obtaining fibrous mass from the original non-wood raw materials, Chursina L.A., Logacheva L.I., Bogdanova O.F. and etc.

9. Patent for invention № 33428 A dated February 15, 2001 Bull. № 1, 2001 Method for bleaching linen cellulose semi-finished product Bogdanova O.F., Putintseva S.V., Chursina L.A.

10. Utility model patent № 48160, dated March 10, 2010, Bull. № 5. Method for producing cellulose Putintseva S.V., Bogdanova O.F., Chursina L.A.

11. Patent for utility model № 56855 dated January 25, 2011 Bull. № 2.- 4 s. The method of obtaining cellulose. Chursina L.A., Lyalina N.P., Bogdanova O.F., Rezvykh N.I.

12. GOST 19318–73. Cellulose. Preparation of samples for chemical analysis. – M.: USSR State Committee for Standards (Standards Publishing House), 1979.

13. GOST 16932–93. Cellulose. Determination of dry matter content. – M.: USSR State Committee for Standards (Standards Publishing House), 1979.

14. GOST 6841–77. Cellulose. Method for determination of resins and fats. – M.: USSR State Committee for Standards (Standards Publishing House), 1977.

15. GOST 10820–75. Cellulose. Method for determining the mass fraction of pentosans. – M.: USSR State Committee for Standards (Standards Publishing House), 1975.

16. GOST 6840–78. Cellulose. Method for determining the content of a-cellulose. – M.: USSR State Committee for Standards (Standards Publishing House), 1983.

17. GOST 14363.4–89. Cellulose. Method for preparing samples for physical and mechanical tests. – M.: USSR State Committee for Standards (Standards Publishing House), 1989.

Рекомендована кафедрой товароведения, стандартизации и сертификации. Поступила 19.11.21.