

Научная статья
УДК 676.164.8.

ДЕЛИГНИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ КОНОПЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ С РАСТВОРОМ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ

Алексей Леонидович Шерстобитов¹, Иван Александрович Губанов²,
Алеся Валерьевна Вураско³, Павел Сергеевич Кривоногов⁴

¹⁻⁴ Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ theonesunday@gmail.com

² gubanovia@m.usfeu.ru

³ vuraskoav@m.usfeu.ru

⁴ krivonogovps@m.usfeu.ru

Аннотация. Получена целлюлоза после натронных варок из отходов переработки конопли технической. Полученные режимы варок позволили получить целлюлозу с расходом щелочи 20...24 % и выходом 57,2...58,1 % от массы в. с. с. Данные варки позволили снизить количество лигнина в целлюлозе, что важно для дальнейшей органосольвентной варки.

Ключевые слова: натронная варка, отход переработки конопли, лигнин
Для цитирования: Делигнификация отходов переработки конопли технической с раствором гидроксида натрия / А. Л. Шерстобитов, И. А. Губанов, А. В. Вураско, П. С. Кривоногов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 991–995.

Original article

DELIGNIFICATION OF INDUSTRIAL HEMP PROCESSING WASTE WITH SODIUM HYDROXIDE SOLUTION

Alexey L. Sherstobitov¹, Ivan A. Gubanov², Alesya V. Vurasko³,
Pavel S. Krivonogov⁴

¹⁻⁴ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ theonesunday@gmail.com

² gubanovia@m.usfeu.ru

³ vuraskoav@m.usfeu.ru

⁴ krivonogovps@m.usfeu.ru

Abstract. Cellulose was obtained after natron cooking from the waste of technical hemp processing. The obtained modes of cooking made it possible to obtain cellulose with an alkali consumption of 20...24 % and a yield of 57,2...58,1 % of the mass of a. d. c. These cooking methods allowed to reduce the amount of lignin in cellulose, which is important for further organosolvent cooking.

Keywords: natron cooking, waste from hemp processing, lignin

For citation: Delignifikatsiya othodov pererabotki konopli tehnikeskoi s rastvorom gidroksida natriya [Delignification of industrial hemp processing waste with sodium hydroxide solution] (2025) A. L. Sherstobitov, I. A. Gubanov, A. V. Vurasko, P. S. Krivonogov. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 991–995. (In Russ).

В настоящее время для предприятий целлюлозной промышленности приоритетна техническая целлюлоза из древесины и хлопка. Однако в работе [1] рассмотрена возможность получения целлюлозы с высоким содержанием альфа-целлюлозы из волокон конопли технической щелочной обработкой и последующей окислительно-органо-сольвентной варкой. В присутствии примесей в виде костры конопли такой технологический подход не позволил получить целлюлозу с высоким содержанием альфа-целлюлозы [2]. Поэтому возникла идея проведения натронной варки под давлением для делигнификации, а затем органо-сольвентную варку для удаления остаточного лигнина из целлюлозы.

В качестве сырья была выбрана конопля техническая урожая 2024-го г. Курганской области. Сырье изначально подготавливали в ножевой мельнице, далее просеивали и для варок использовали фракцию более 1,5 мм. Примерное соотношение волокна и костры составило: костры 25...30 % и волокна длиной 1,5...3 см $\approx$ 70...78 %.

Варки проводили в реакторах («пеналах») объемом 300...320 мл под давлением; масса абсолютно-сухого сырья (а. с. с.): 58 г; расход щелочи в ед. (Na_2O) к а. с. с.: 20...24 %; гидромодуль: 1:15; температура варки: 170 °С; подъем температуры до варочной: 40...45 мин; варка: 120 мин. По окончании варок «пеналы» доставали, охлаждали, проводили промывку до нейтрального значения pH, сортировали и анализировали.

Из рис. 1 видно, что выход технической целлюлозы при увеличении расхода щелочи от 20 до 24 % от массы а. с. с. снижается. Так, при расходе 20 % выход целлюлозы составил 58,7 %, при 22 % – 57,7 %, а при варке с расходом 24 % выход – 57,2 %. Общее снижение выхода при варке в «пеналах» произошло на 2,5 %, что ниже, чем при обработках с 0,5 н. и 1 н. NaOH совместно с органо-сольвентной варкой [3].

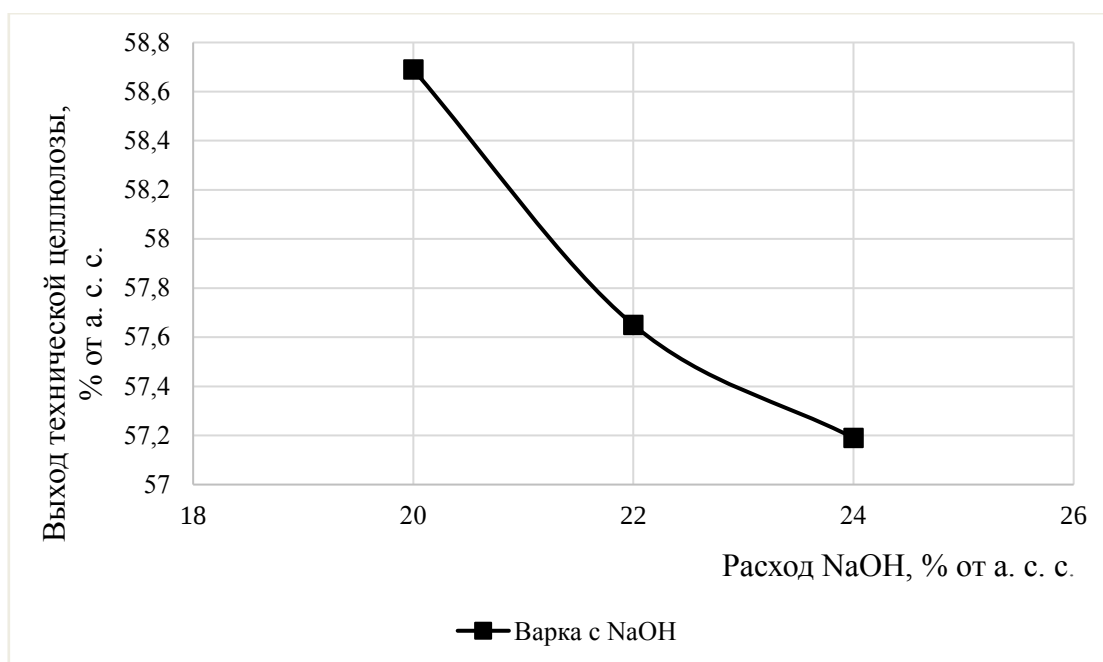


Рис. 1. Зависимость выхода технической целлюлозы от расхода щелочи

Далее полученную натронную целлюлозу анализировали на содержание лигнина по ГОСТ 11960 (рис. 2).

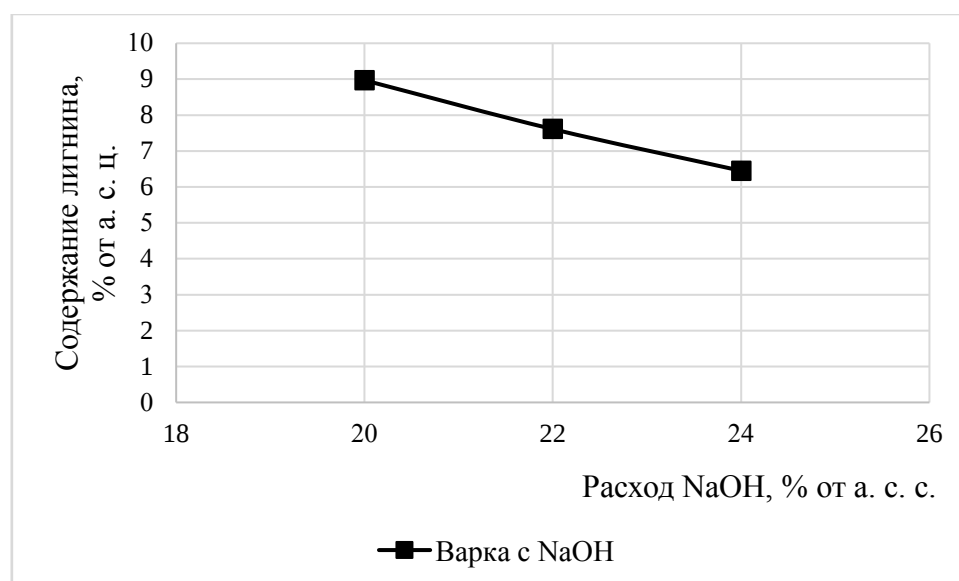


Рис. 2. Зависимость содержания лигнина от расхода щелочи

Согласно рис. 2, увеличение расхода щелочи приводит к снижению содержания лигнина примерно на 2,5 %. Во всем диапазоне расходов щелочи целлюлоза делигнифицирована больше, чем при щелочной обработке с дальнейшей органосольвентной варкой на 0,1...1 % от массы а. с. с. [3].

На рис. 3 представлены микрофотографии волокон сортированной целлюлозы, полученной из конопли технической.

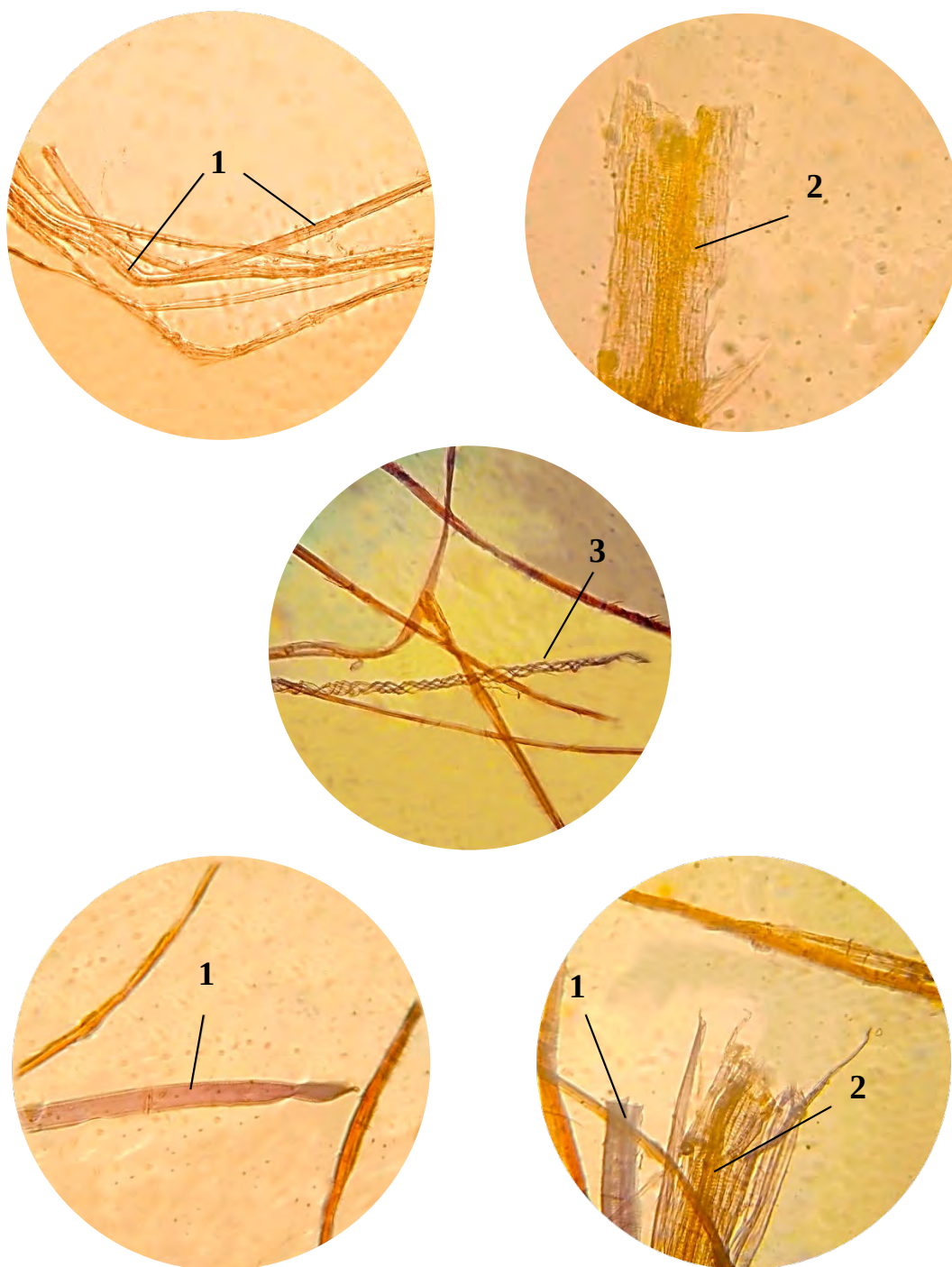


Рис. 3. Анатомические элементы целлюлозы отходов переработки конопли технической: 1 – лубяные волокна; 2 – коровая паренхима; 3 – лентообразные волокна

Из рис. 3 видно, что техническая целлюлоза из конопли технической состоит из лубянных волокон, коровой паренхимы. Поверхность волокон ровная, гладкая, без фибрилляции, волокна изогнуты, без изломов и разрывов. Хлор-цинк-йод окрашивает волокна в характерный желто-коричневый

цвет (см. рис. 3), что свидетельствует о глубине делигнификации клеточной стенки. Также на рис. 3 видны широкие плотные волокна коровой паренхимы, которая входит в состав костры конопли.

В ходе работы были изучены анатомические элементы целлюлозы из конопли технической и были подобраны режимы натронной варки для дальнейшего исследования данной целлюлозы при органосольвентной варке.

Список источников

1. Перспективы применения волокон конопли технической для получения альфа-целлюлозы / А. Ю. Дудорова, Д. И. Шестаков, А. В. Вураско, А. Р. Минакова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XIX Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург, 2023. С. 790–794.

2. Вураско А. В., Шерстобитов А. Л., Кривоногов П. С. Получение целлюлозы окислительно- органосольвентным способом из отходов переработки конопли технической // Химия. Экология. Урбанистика. 2023. Т. 3. С. 206–210.

3. Получение целлюлозы из отходов переработки конопли технической / И. А. Губанов, В. А. Вураско, А. В. Вураско [и др.] // Химия. Экология. Урбанистика. 2024. Т. 2. С. 128– 131.