

Экстракционно-каталитическое фракционирование древесины пихты с получением микрокристаллической и нанофибриллированной целлюлоз (Дополнительные материалы)

Б. Н. Кузнецов, И. Г. Судакова, А. С. Казаченко,
С. А. Воробьев, Е. В. Мазурова, И. П. Иванов, Е. А. Жихарева

Оптимизацию проводили с использованием обобщенного параметра (Wa), включающего в себя следующие выходные параметры: выход целлюлозного продукта, содержание целлюлозы в целлюлозном продукте, содержание остаточного лигнина в целлюлозном продукте, и рассчитывали по следующему уравнению [1]:

$$Wa = \frac{\sum_{j=1}^p \delta_j d_j}{\sum_{j=1}^p \delta_j} \quad (1)$$

где δ – вес выходного параметра $0 \leq \delta_j \leq 1$; d_j – частная функция полезности, которая была рассчитана согласно уравнению:

$$d_j = \frac{\varphi_0(x) - y_j^{(-)}}{y_j^{(+)} - y_j^{(-)}} \quad (2)$$

где $\varphi_0(x)$ – отклик выходного параметра в точке X ; $y_j^{(+)}$, $y_j^{(-)}$ – лучшие и худшие значения выходных параметров в пределах исследуемой области.

Результаты реализации матрицы планирования эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1. Матрица планирования эксперимента и результаты ее реализации

Table 1. Experiment planning matrix and results of its implementation

H ₂ O ₂ (X ₁)	ГМ (X ₂)	Выход (Y ₁)	Целлюлоза (Y ₂)	Лигнин (Y ₃)	d ₁	d ₂	d ₃	Wa
4	15	77,8	76,5	12,0	0,9920	0,0313	0,0286	0,2224
5	15	69,5	89,8	1,8	0,6600	0,8000	0,8714	0,8006
6	15	67,9	91,1	1,3	0,5960	0,8813	0,9071	0,8346
4	20	76,3	79,7	11,9	0,9320	0,1688	0,1500	0,3139
5	20	68,7	91,2	0,8	0,6280	0,8875	0,9429	0,8578
6	20	61,5	92,0	0,8	0,3400	0,9375	0,9429	0,8198
4	25	75,6	82,8	9,4	0,9040	0,3625	0,3286	0,4572
5	25	61,6	92,0	0,5	0,3440	0,9375	0,9643	0,8295
6	25	52,4	92,2	0,4	0,0240	0,9500	0,9714	0,7734
Y(-)		53	77	14				
Y(+)		78	93	0				
δ		0,5	1,0	1,0				

На рис. 1 представлено графическое отображение зависимости выходного параметра Wa от переменных факторов X_1 и X_2 в виде поверхности отклика при каталитической пероксидной обработке целлюлозного продукта.

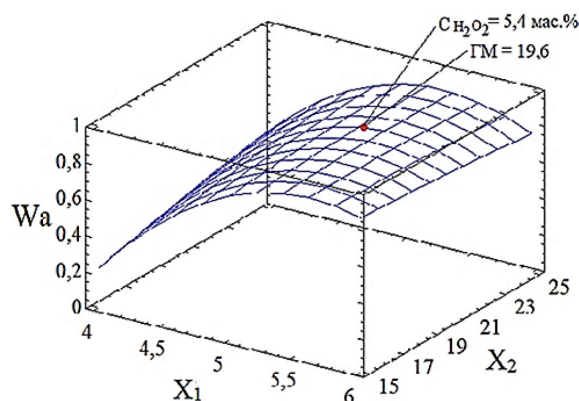


Рис. 1. Поверхность отклика объединенного параметра оптимизации (Wa) (X_1 – концентрация H_2O_2 , X_2 – ГМ)

Fig. 1. Response surface of the general optimization parameter (Wa) (X_1 – H_2O_2 concentration, X_2 – LWR)

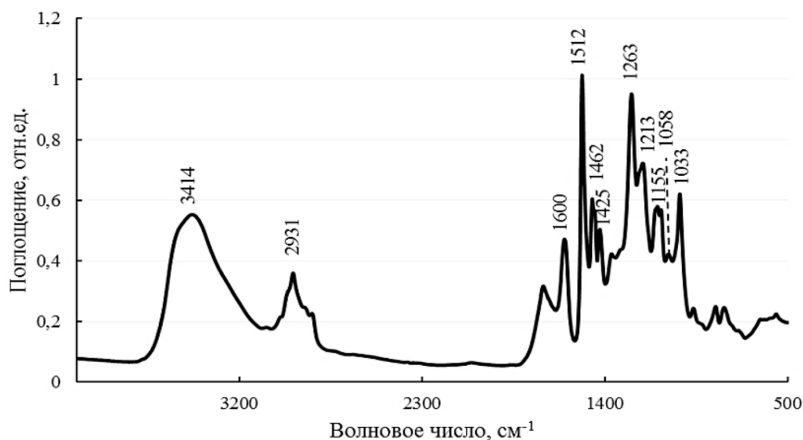


Рис. 2. ИК-спектр этанолигнина пихты

Fig. 2. FT-IR spectrum of fir ethanol lignin

ИК-спектр этанолигнина древесины пихты представлен на рис. 2.

Характеристики пористой структуры этанолигнина были рассчитаны из изотермы адсорбции-десорбции азота при 196 °С (рис. 3).

Изотерма сорбции-десорбции азота для этанолигнина пихты (рис. 3А) соответствует изотерме IV типа [2], характерной для мезо-макропористых материалов. Кривая распределения пор по объему, полученная методом ВЖН [3], указывает на то, что полученный этанолигнин относится к мезопористым материалам с узким распределением пор (рис. 3Б).

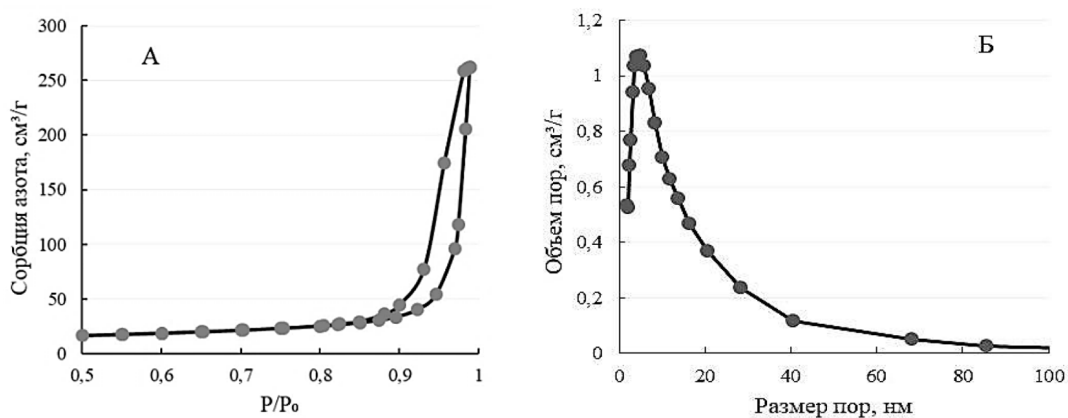


Рис. 3. Изотерма адсорбции-десорбции азота на образце этанолигнина (А) и кривая ВЈН распределения пор по объему образца (Б)

Fig. 3. Nitrogen adsorption-desorption isotherm on ethanol lignin sample (A) and BJH curve of pore distribution over the volume of the sample (B)

Список литературы

- [1] Pen R.Z. Planning an experiment in Statgraphics. – Krasnoyarsk: SibSTU-Claretianum, 2003: 246 p.
- [2] Nasrullah A., Bhat A.H., Naeem A., Isa M.H., Danish M. High surface area mesoporous activated carbon-alginate beads for efficient removal of methylene blue, *International Journal of Biological Macromolecules*, 107 (B) 2018, 1792–799, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.10.045>
- [3] Mikova N.M., Levdanskiy V.A., Skwortsova G.P., Zhizhaev A.M., Lutoshkin M.A., Chesnokov N.V., Kuznetsov B.N. Structure and properties of organic xerogels derived from tannins and ethanol lignins of the Siberian fir. *Biomass Conv Bioref.* 2021, 11, 1565–1573 <https://doi.org/10.1007/s13399-019-00561-8>.