УДК 676.1.022

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНИСТОГО ПОЛУФАБРИКАТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УПАКОВКИ

Докт. техн. наук КУЗЬМИЧ В. В.

Белорусский национальный технический университет

E-mail: kuzmichvv@tut.by

В статье представлен новый способ получения волокнистого полуфабриката для производства картона, бумаги и упаковки с использованием углекислого газа и гидразин-гидрата при моносльфитной варке костры. Повышение выхода целевого продукта можно объяснить снижением деструкции углеводов растительного сырья в процессе его варки. Улучшение качества целевого продукта (повышение белизны и выхода) объясняется тем, что при использовании углекислого газа и гидразина в процессе обеспечивается устойчивость полисахаридной цепи к деструкции вследствие наличия концевых звеньев, имеющих структуру метасахаридных и альдоновых кислот.

На основе проведенных исследований и литературных данных автором разработан новый способ получения волокнистого полуфабриката с использованием CO_2 и гидразина-гидрата. Изобретение относится к способам получения волокнистого полуфабриката и может быть использовано в целлюлозно-бумажной промышленности для изготовления упаковки из бумаги и картона.

Способ осуществляется следующим образом. В автоклав загружается растительное целлюлозосодержащее сырье, затем из емкости в него подают водный раствор моносльфита натрия с содержанием гидразин-гидрата в количестве 4–5 % от массы абсолютно сухого целлюлозосодержащего сырья при жидкостном модуле 1:6–1:8. Закрывают автоклав для работы под давлением, а раствор насыщают углекислым газом под давлением 5–8 % от массы абсолютно сухого растительного сырья (костры льна). Затем поднимают температуру до 180 °С за 2 ч и проводят варку в течение 4 ч. Использование предлагаемого способа для варки костры льна позволяет сократить время протекания процесса моносльфитной варки и улучшить качественные показатели и выход целевого продукта. Кроме того, повышаются белизна и выход целевого продукта.

Ключевые слова: растительное сырье, целевой продукт, моносльфитная варка, белизна, выход, автоклав.

Табл. 1. Библиогр.: 10 назв.

PULP OBTAINING METHOD FOR PACKAGE PRODUCTION

KUZMICH V. V.

Belarusian National Technical University

The paper presents a new method for obtaining pulp which is used for production of cardboard, paper and package while using carbon dioxide and hydrazine hydrate and neutral-sulfite shive cooking. Output increase of the desired product can be explained by reduction in destruction of plant raw material carbohydrates during its cooking process. Quality improvement of the desired product (improvement in bleaching and output) is attributed to the fact that usage of carbon dioxide and hydrazine contributes to provision of polysaccharide chain resistance to destruction due to the presence of end links having structure of metasaccharinic and aldonic acids.

The author has developed a new method for pulp obtaining on the basis of the executed investigations and literature data. CO_2 and hydrazine hydrate have been used for obtaining pulp. Method invention concerns pulp obtaining and it can be used for paper and cardboard package manufacturing in pulp and paper industry.

The method is to be carried in the following way: pulp-containing plant raw material is loaded into an autoclave and then aqua solution of sodium monosulfite containing hydrazine hydrate that constitutes 4–5 % of absolute dry pulp-containing raw material mass with liquid module 1:6–1:8 is supplied into the autoclave. The autoclave is closed for operation under pressure and the solution is carbonated under pressure which constitutes 5–8 % of absolute dry plant raw material (shover). Temperature is subsequently raised up to 180 °C in the space of 2 hours and cooking is carried out in the course of 4 hours. Usage of the proposed method for shover cooking makes it possible to reduce monosulfite cooking process and improve qualitative characteristics and output of the desired product. In addition to above mentioned fact there is a possibility to improve bleaching and final product output.

Keywords: plant raw material, desired/final product, monosulfite cooking, bleaching, output, autoclave.

Tab. 1. Ref.: 10 titles.

Моносльфитный способ относится к нейтральному способу производства целлюлозы из

растительного сырья. При этом в указанном способе основным реагентом является моно-

сульфит натрия Na_2SO_3 , который в водном растворе имеет рН, близкий к нейтральному. Основная реакция, происходящая при моносультитной варке, – сульфирование лигнина в твердой фазе. К основным параметрам моносультитной варки относят конечную температуру, расход химикатов, рН среды и состав варочного раствора [1, 2]. При этом возрастание концентрации и расхода химикатов (сульфита) не ускоряет варку (в отличие от щелочной). Предполагается [1, 2], что сульфонирующим агентом при моносультитной варке является HSO_3^- , так как при рН = 7 сернистая кислота диссоциирует приблизительно в равных количествах с образованием указанных ионов.

В процессе делигнификации растительного сырья при его моносультитной варке существенный фактор, влияющий на процесс делигнификации и качество получаемого целевого продукта (целлюлозы и полуцеллюлозы), – это рН. В процессе варки растительного сырья выделяются в основном уксусная и муравьиная кислоты, которые снижают рН варочного раствора [1]. В связи с этим для нейтрализации образующихся кислот к водному раствору сульфита натрия добавляются едкий натрий, Na_2CO_3 , сульфид натрия и т. п.

Из [1, 3] известно, что природный лигнин, присутствующий в растительном сырье, содержит А-группы, способные сульфироваться в среде, близкой к нейтральной, при рН от 5 до 9. Часть групп, так называемые х-группы, сульфонируются очень быстро, а вторая часть – Z-группы, представляющие собой р-алкоксибензиловые спирты, – сульфонируется труднее, что объясняется наличием заместителя у второго углеродного атома боковой цепи.

На основе проведенных исследований и литературных данных [4–10] разработан новый способ получения волокнистого полуфабриката с использованием CO_2 и гидразина-гидрата. Изобретение относится к способам получения волокнистого полуфабриката и может быть использовано в целлюлозно-бумажной промышленности бумаги и картона для изготовления упаковки. В результате повышаются белизна и выход целевого продукта.

Способ получения волокнистого полуфабриката заключается в варке целлюлозосодержащего сырья в автоклаве (жидкостный мо-

дуль 1:8) при повышенном давлении и температуре 180 °С в водном растворе моносультита натрия и гидразина-гидрата, насыщенного углекислым газом. При этом в качестве оборудования для варки используют автоклав.

Процесс осуществляется следующим образом. В автоклав загружается растительное целлюлозосодержащее сырье, затем из емкости в него подают водный раствор моносультита натрия с содержанием гидразин-гидрата в количестве 4–5 % от массы абсолютно сухого целлюлозосодержащего сырья при жидкостном модуле 1:6–1:8, закрывают автоклав для работы под давлением, а раствор насыщают углекислым газом под давлением в количестве 5–8 % от массы абсолютно сухого растительного сырья (костры льна). Затем поднимают температуру до 180 °С за 2 ч и проводят варку в течение 4 ч. Эти результаты представлены в табл. 1, где для сравнения приведены показатели целлюлозы, полученной по известному способу.

Из результатов, представленных в табл. 1, следует, что по сравнению с известным предлагаемый способ позволяет повышать выход целевого продукта и его белизну. В результате повышается выход целлюлозы с 51,9 до 56,1 %, а белизна – с 54,0 белого до 72,0 %. Увеличение степени белизны позволит значительно сократить расход химикатов, необходимых для отбеливания полученного волокнистого полуфабриката, что уменьшит потребление воды.

Повышение выхода целевого продукта объясняется торможением деструкции углеводного комплекса растительного сырья. Улучшение качества целевого продукта (повышение белизны и выхода) также объясняется тем, что при использовании углекислого газа и гидразина в процессе обеспечивается устойчивость полисахаридной цепи к деструкции вследствие наличия концевых звеньев, имеющих структуру метасахаридных и альдоновых кислот.

Полученные результаты моносультитных варок различного целлюлозосодержащего сырья показывают, что время варки костры льна возрастает при снижении температуры. Это является характерным для всех моносультитных варок растительного сырья, однако использование предлагаемого способа для моносультитной варки костры льна позволяет сократить процесс до 4 ч.

Таблица 1

Результаты варок по предлагаемому способу

№ варки	Введено, %			Температура варки, °С	Время варки, ч	Гидро-модуль	Выход целлюлозы, %	Белизна целлюлозы, % белого	Выход целлюлозы после отбелки, %
	гидра-зина	моносультита натрия	углекислого газа						
1	3	22	4	180	4	1:8	52,3	66	91,8
2	4	26	5	180	4	1:8	54,7	71	–
3	4,5	22	6	180	4	1:8	55,0	70	97,2
4	5	22	7	180	4	1:8	56,1	72	–
5	5	22	6	180	4	1:8	54,0	67	98,0
6	4	22	8	180	4	1:8	53,0	69	–
7	5	26	8	180	4	1:8	53,2	64	–
8	6	22	9	180	4	1:8	52,3	65	95,5
9	–	26	2	180	5	1:6	51,0	54	91,4
10	–	26	2,5	180	5	1:6	51,9	51	–
11	–	26	3,0	180	5	1:6	51,2	53	92,2

ВЫВОД

Сравнение результатов моносультитных варок различного растительного сырья показывает, что разработанный способ получения волокнистых полуфабрикатов из коры льна позволяет улучшать качественные показатели целевого продукта с повышением его выхода и белизны и значительно сократить время указанного процесса [3, 5]. При этом улучшение качества полученного целевого продукта объясняется повышением устойчивости полисахаридной цепи к гидролизу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Громов, В. С. К вопросу о влиянии органических кислот и pH среды при моносультитной варке целлюлозы / В. С. Громов // Труды института лесохозяйственных проблем и химии древесины – Рига: Изд-во АН Латв. ССР, 1961. – Вып. 21. – С. 61–68.
2. Непенин, Ю. Н. Производство сульфатной целлюлозы. Технология целлюлозы / Ю. Н. Непенин. – М.: Лесн. пром., 1963. – Т. 2. – 936 с.
3. Непенин, Ю. Н. Производство сульфатной целлюлозы. Технология целлюлозы / Ю. Н. Непенин. – М.: Лесн. пром., 1990. – Т. 2. – 599 с.
4. Непенин, Н. Н. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы, прочие способы производства целлюлозы / Н. Н. Непенин, Ю. Н. Непенин. – М.: Экология, 1994. – Т. 3. – 592 с.
5. Способ получения целлюлозы: пат. 16261, Респ. Беларусь, МКИ D 21 С3/02 / И. И. Карпунин, В. В. Кузьмич, Т. Ф. Балабанова. – № а 20101727; заявл. 12.01.2010; опубл. 30.08.2012.
6. Непенин, Ю. Н. Варка целлюлозы с различными органическими растворителями / Ю. Н. Непенин, Л. О. Мяслицина, В. А. Жалина // Целлюлоза, бумага и картон: обзорн. информ. – М., 1984. – Вып. 8. – 49 с.

7. Карпунин, И. И. Отходы предприятий переработки льна – сырье для получения волокнистых полуфабрикатов, пригодных для получения бумаги и картона / И. И. Карпунин // Тезисы докл. Всесоюз. науч.-техн. совещания «Об опыте и проблемах производства бумаги и картона из полуфабрикатов высокого выхода». – Л., 1990. – С. 66–72.

8. Карпунин, И. И. Научно-технические основы ресурсосберегающих экологически состоятельных технологий переработки растительного целлюлозосодержащего сырья: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.03 / И. И. Карпунин. – Минск, 2004. – 42 с.

9. Сарканен, К. В. Лигнины (структура, свойства и реакции) / К. В. Сарканен, К. Х. Людвиг; пер. с англ. А. В. Оболенской. – М.: Лесная пром-сть, 1975. – 632 с.

10. Карпунин, И. И. Отходы переработки льна – ценное сырье для бумаги и картона / И. И. Карпунин // Целлюлоза, бумага, картон. – 2007. – № 7. – С. 40–43.

REFERENCES

1. Gromov, V. S. (1961) On the Problem of Organic Acid and pH-Medium Influence During Monosulfite Pulp Cooking. Problems in Chemistry and Wood Technology. *Trudy Instituta Lesokhoziaistvennykh Problem i Khimii Drevesiny* [Proceedings of Institute of Forestry Problems and Wood Chemistry]. Riga, Publishing House of Academy of Sciences of Latvian Soviet Socialist Republic, Issue 21, 61–68 (in Russian).
2. Nepenin, Yu. N. (1963) *Production of Sulphate Pulp. Pulp Technology. Vol. 2.* Moscow, Lesnaya Promyshlennost. 936 p. (in Russian).
3. Nepenin, Yu. N. (1990) *Production of Sulphate Pulp. Pulp Technology. Vol. 2.* Moscow, Lesnaya Promyshlennost. 599 p. (in Russian).
4. Nepenin, N. N., & Nepenin, Yu. N. (1994) *Pulp Purification, Dry and Bleaching, Other Methods for Pulp Production. Vol. 3.* Moscow, Ekologia. 592 p. (in Russian).
5. Karpunin, I. I., Kuzmich, V. V., & Balabanova, T. F. (2012) *Sposob Polucheniia Tseliulozy* [Method for Pulp Production]; Patent Republic of Belarus No 16261 (in Russian).
6. Nepenin, Yu. N., Mialitsina, L. O., & Zhalina, V. A. (1984) Cooking of Pulp with Various Organic Dissolvents. *Tseliuloza, Bumaга, Karton*.

liuloza, Bumaga i Karton: *Obzorn. Inform.* [Pulp, Paper and Paperboard: Panoramic. Inform], Iss. 8. 49 p. (in Russian).

7. **Karpunin, I. I.** (1990) Enterprise Flax Processing Wastes – Raw Material for Obtaining Pulp Which Can be Used for Production of Paper and Cardboard. *Tezisy Dokl. Vsesoiuz. Nauchno-Tekhn. Soveshchaniia "Ob Opyte i Problemakh Proizvodstva Bumagi i Kartona iz Polufabrikatov Vysokogo Vykhoda"* [Scientific Conference Abstracts of All-Union Scientific and Technical Meeting "On Experience and Problems in Production of Paper and Cardboard from High Output Finished Products"]. Leningrad, 66–72 (in Russian).

8. **Karpunin, I. I.** (2004) *Nauchno-Tekhnicheskie Osnovy Resursosberegaiushchikh Ekologicheskikh Sostoiatel'nykh Tekhnologii Pererabotki Rastitel'nogo Tseliulozosoderzhashchego*

Syr'ia: Avto-ref. dis. d-ra tekhn. nauk [Scientific and Technical Principles of Resource Saving and Ecologically Consistent Technologies for Processing of Plant Pulp-Containing Raw Material: Author's Abstract of Doctoral Dissertation]. Minsk. 42 p. (in Russian).

9. **Sarkanen, K. V., & Ludwig, K. H.** (1975) *Lignin (Structure, Properties and Reactions)*. Moscow, Lesnaya Promyshlennost. 632 p. (in Russian).

10. **Karpunin, I. I.** (2007). Flax Processing Wastes – Valuable Raw Material for Paper and Cardboard. *Tseliuloza, Bumaga, Karton* [Pulp, Paper, Cardboard], 7, 40–43 (in Russian).

Поступила 17.09.2013

УДК 621.825.6

РАСЧЕТ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ СОПРЯЖЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В СФЕРОГЛОБОИДНОМ СУХАРНОМ СИНХРОННОМ КАРДАННОМ ШАРНИРЕ

САНЬОЦЬКИЙ А. М.

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка (Украина)

E-mail: san.andry@gmail.com

Проведен расчет контактных напряжений между сопряженными поверхностями в сфероглобoidalном сухарном синхронном карданном шарнире из условия баланса мощностей при постоянном моменте сопротивления на выходном валу. Вычислены необходимый крутящий момент на входном валу при постоянной угловой скорости с использованием теории контактных деформаций Герца и максимальное давление в контакте через вращающий момент, определяющий прочность карданного шарнира, долговечность его работы, износ в сопряженной паре трения. Исследована передаваемая зависимость максимального момента при изменении качества материала и для различных типоразмеров карданного шарнира. Графически изображены зависимости расчетной величины максимального момента от прочности материала в логарифмической системе координат. Выведена формула величины максимального давления в контакте, определяющая прочность шарнирного механизма, долговечность его работы, износ в сопряженной паре трения.

С целью анализа оптимальных конструктивных параметров сфероглобoidalного сухарного синхронного карданного шарнира определено влияние геометрического соотношения радиуса сферического кулачка и радиуса глобoidalной поверхности контакта шарнира. Установлено, что с увеличением радиуса кулачка допустимый крутящий момент в шарнирном механизме растет в квадратичной зависимости, а с увеличением радиуса оси глобoidalной поверхности сухаря, на которой установлены сферические кулачки, – пропорционально повышает крутящий момент. Также в кубической зависимости увеличивается максимально допустимое его значение при использовании качественного материала с термически обработанной поверхностью и применением смазочных материалов, допускающего значительные (до $[\sigma] = 1000$ МПа) контактные нагрузки. Увеличение в два раза типоразмера сфероглобoidalного сухарного синхронного карданного шарнира повышает допустимый передаваемый момент в восемь раз.

Ключевые слова: контактные напряжения, баланс мощностей, крутящий момент, удельные контактные усилия, типоразмер.

Ил. 3. Табл. 1. Библиогр.: 10 назв.

CALCULATION OF CONTACT TENSIONS IN CONJUGATE SURFACES IN SPHERE GLOBOIDAL RUSK SYNCHRONOUS CARDAN HINGE

SANIOTSKY A. M.

Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatiuk (Ukraine)

The paper presents a calculation of contact tensions between conjugate surfaces in sphere globoidal rusk synchronous cardan hinge on the condition that there is power balance at the constant torque on the output shaft. The required torque effect on the intake shaft at the constant angular velocity has been calculated with the help of the Hertz's theory of contact deformations. The maximum contact pressure has been ascertained through the torque which determines strength of the cardan