

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №4 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-4>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/99TVN416.pdf>

Статья опубликована 29.09.2016

Ссылка для цитирования этой статьи:

Иванов Д.В., Ербатырова Л.С., Петрушева Н.А., Алашкевич Ю.Д., Батуро А.Н. Параметры ножевой размальывающей гарнитуры в производстве трудновоспламеняемых древесноволокнистых плит мокрым способом // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №4 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/99TVN416.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 676.1.054.1

Иванов Дмитрий Владимирович

ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», Россия, Железногорск
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет», Россия, Красноярск¹
Заместитель начальника отдела планирования, организации и координации научно-исследовательской деятельности
Аспирант кафедры «Машины и аппараты промышленных технологий»
E-mail: ivanov.dv.sib@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=809004

Ербатырова Людмила Сайрановна

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет»
Филиал в г. Лесосибирск, Россия, Лесосибирск
Магистрант
E-mail: info@lfsibgtu.ru

Петрушева Надежда Александровна

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет»
Филиал в г. Лесосибирск, Россия, Лесосибирск
Доцент кафедры «Технологии лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств»
Кандидат технических наук
E-mail: info@lfsibgtu.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=159510

Алашкевич Юрий Давыдович

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный технологический университет», Россия, Красноярск
ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», Россия, Железногорск
Заведующий кафедрой «Машины и аппараты промышленных технологий»
Профессор кафедры «Пожарно-технических экспертиз»
Доктор технических наук
E-mail: sibstu@sibstu.kts.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=509810

Батуро Алексей Николаевич

ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», Россия, Железногорск
Начальник отдела планирования, организации и координации научно-исследовательской деятельности
Кандидат технических наук
E-mail: ntc@sibpsa.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=814934

¹ 660018, г. Красноярск, ул. Мечникова 11 - 95

Параметры ножевой размалывающей гарнитуры в производстве трудновоспламеняемых древесноволокнистых плит мокрым способом

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по определению геометрических и технологических параметров гарнитуры фибриллирующего типа для получения древесноволокнистой массы в производстве трудновоспламеняемых древесноволокнистых плит мокрым способом. Для решения поставленной задачи в работе была использована программа (с использованием пакета программ Matlab), предложенная А.А. Набиевой. При помощи данной программы были определены среднее значение величины секундной режущей длины, получаемой при повороте ротора относительно статора за один оборот, среднее значение количества точек пересечения, а также получены наглядные графические зависимости изменения количества точек пересечения, образованных контактом ножей одного сектора ротора с ножами сектора статора. Кроме того, в работе была определена циклическая элементарная длина, которая позволяет более объективно оценивать возможности получения качественного помола. В результате расчетов были установлены геометрические параметры гарнитуры, удовлетворяющей требованиям, предъявляемым к фибриллирующим гарнитурам по технологическим характеристикам. Значение полученных технологических показателей позволит в дальнейшем спроектировать и выполнить в металле гарнитуру фибриллирующего типа для получения древесноволокнистой массы в производстве трудновоспламеняемых древесноволокнистых плит мокрым способом.

Ключевые слова: древесноволокнистая плита; трудновоспламеняемая; размольная гарнитура; секундная режущая длина; циклическая элементарная длина; гарнитура фибриллирующего типа; мокрый способ

Введение

Вопросы подготовки (размола) волокнистого полуфабриката в производстве ДВП любого способа производства являются первостепенными. От качества размола зависят все дальнейшие операции в технологической схеме производства и качество конечного продукта – готовой ДВП. Тем более данная проблема становится значимой, если в состав древесноволокнистой композиции вводится неволокнистый компонент, который нарушает связеобразование в готовой плите. В случае производства трудновоспламеняемых ДВП мокрым способом таким неволокнистым компонентом является вспученный вермикулит.

Не смотря на устойчивое мнение, что введение в древесноволокнистую плиту только минеральных наполнителей - асбестового волокна, гипса, вермикулита, стекловолокна - является малоэффективным, так как требуемая степень огнестойкости достигается при введении значительных количеств наполнителя [1, 2], результаты исследований, проведенных в 2010-2013 гг. в лаборатории лесоперерабатывающей, целлюлозно-бумажной и химической технологии древесины Лесосибирского филиала СибГТУ и в промышленных условиях завода ДВП ОАО «Лесосибирский ЛДК №1» позволили предложить композицию для производства древесноволокнистых плит со сниженной пожарной опасностью [3], а также технологию производства данного вида продукции [4]. Для снижения горючести плит в состав древесноволокнистой композиции вводился вспученный вермикулит по ГОСТ 12865-67 плотностью 100 кг/м³ с размером зерен до 0,6 мм.

В работах [5-8] были найдены и установлены технологические параметры процесса размола и конструктивные характеристики размалывающих установок для получения древесноволокнистого полуфабриката с такими качественными показателями, которые

позволяют вводить в композицию вспученный вермикулит установленного зернового состава с сохранением требуемых физико-механических свойств и снижением пожарной опасности готовой продукции. Однако, на наш взгляд, недостаточно простого изменения технологических режимов размола. Необходимо разработать гарнитуру с фибриллирующего типа, применение которой позволит получать древесноволокнистую массу более высокого качества, то есть с преобладанием фибриллированных волокон.

Свойства древесных плит обусловлены капиллярно-пористой структурой исходной древесины, химическим составом древесинного вещества, природой связующего и зависят от технологии переработки древесного сырья в готовую продукцию. Основные компоненты древесного волокна участвуют в образовании ДВП, выполняя при этом свои функции. Если целлюлоза является армирующим компонентом и ее деполимеризация и деструкция должны быть ограничены назначением параметров прессования ДВП, то лигнин и гемицеллюлозы формируют полимерную матрицу. Исключение их из композиции приводит к снижению качества плит [9].

Согласно теории [9] плита состоит из армирующих микроструктуру волокон, образующих пространственную сетку, поры которой заполнены неволокнистыми компонентами, мелкодисперсной волокнистой фракцией, воздухом и водой. Неволокнистые компоненты, входящие в состав плиты, по способности образовывать адгезионные связи можно подразделить на пассивные (наполнители) и активные (связующие). Частицы пассивных неволокнистых компонентов, попадая между армирующими волокнами, затрудняют их сближение в процессе формования полотна и не образуют адгезионных связей с волокном. Поэтому они в значительной степени оказывают влияние на величину относительной связанной поверхности армирующей структуры волокон. Активные неволокнистые компоненты и мелкодисперсная фракция волокна образуют адгезионные и когезионные связи с армирующими структуру волокон, тем самым увеличивают связанную поверхность волокон [9]. Вспученный вермикулит является, естественно, неволокнистым компонентом, а следуя предложенной классификации, частицы вспученного вермикулита можно отнести к пассивным неволокнистым компонентам, которые оказывают значительное влияние на образование связей в плите, а, следовательно, и на физико-механические свойства плиты. В связи с этим, можно предположить, что древесноволокнистая масса для производства плит со сниженной пожарной опасностью должна характеризоваться более длинными волокнами, так как определенное количество мелкой фракции, обеспечивающей увеличение показателя общей площади, на которой устанавливаются связи, будет замещено частицами минерала.

Таким образом, цель настоящего исследования – определение геометрических и технологических параметров гарнитуры фибриллирующего типа для получения древесноволокнистой массы в производстве трудновоспламеняемых ДВП мокрым способом.

Экспериментальная часть

Известно, что основным параметром, определяющим тип ножевой размалывающей гарнитуры, является секундная режущая длина (L_s , м/с) [10]. Вместе с тем А.А. Набиева в работе [11] предлагает новый параметр - циклическая элементарная длина ($L_{\omega,эл}$, м), который характеризует среднюю длину, «отрезаемую» парой ножей за один оборот ротора относительно статора, и будет «циклично» повторяться при каждом последующем обороте диска ротора относительно статора. С помощью предложенного параметра можно более объективно оценивать возможности получения качественного помола [11]. Кроме того, в работе [11] при использовании современных машинных методов вычисления (с

использованием пакета программ Matlab) была составлена программа, которая позволила численными методами определить значение секундной режущей длины.

Программа позволяет вычислить среднее значение величины секундной режущей длины, получаемой при повороте ротора относительно статора за один оборот (av_l), и среднее значение количества точек пересечения (av_t). При этом можно получить наглядную графическую зависимость изменения количества точек пересечения t , образованных контактом ножей одного сектора ротора с определенным углом установки к радиусу, с ножами сектора статора, а также определяет длину, «отрезаемую» при таком контакте за период (ψ), равный сектору [11].

Для численного определения секундной режущей длины ножевой гарнитуры с учетом углов установки ножей и ее основных геометрических размеров на основании теоретических расчетов секундной режущей длины задаем:

- число ножей на одном секторе, участвующих в пересечении, $N = 30$;
- угол установки ножей относительно радиуса: для статора – $\alpha_1 = \pi/1,07$, для ротора $\alpha_2 = \pi/14,5$;
- угол при вершине сектора $\psi = \pi/4$;
- частота вращения ротора $n = 1000$;
- ширина ячейки $L = 9$;
- ширина ножа $b = 6$;
- ширина технологической канавки между секторами $B = 6$;
- количество поворотов ротора относительно статора на угол $d\phi$, $M = 100$;
- внешний радиус диска, $R_2=400$; внутренний радиус диска $R_1 = 190$.

В результате получаем графические зависимости:

- изменения секундной режущей длины от угла поворота ротора относительно статора, а также среднее значение этой величины (рисунок 1);
- изменения количества одновременно движущихся точек пересечения, в пределах одного сектора, от угла поворота ротора относительно статора (рисунок 2).

Обсуждение результатов

Графическая зависимость на рисунке 1 взаимодействия ножевых кромок ротора с ножевыми кромками статора при повороте ротора на период, равный одному сектору, отражает пики, соответствующие процессу встречи ножевых кромок ротора с ножевыми кромками статора, при которых «отрезается» некоторая максимальная длина.



Рисунок 1. Зависимость секундной режущей длины L_s от угла поворота ротора относительно статора

После того, как ножевая кромка ротора сходит с ножа статора и еще не встретила режущую кромку следующего ножа, наблюдается спад, который составляет минимальное значение «отрезаемой длины» в данном положении ротора относительно статора. Из графической зависимости видно, что среднее значение показателя секундной режущей длины $L_s = 9500$ м/с.



Рисунок 2. Зависимость количества контактов ножевых кромок t от угла поворота ротора относительно статора

Из рисунка 2 определяем, что количество точек пересечения ножей в пределах сектора составляет 8 шт. Анализируя графики на рисунках 1 и 2, мы видим, что количество точек пересечения и особенно секундная режущая длина не значительно зависят от угла поворота ротора относительно статора; незначительно в том смысле, что наблюдающиеся в зависимости от углов поворота ротора относительно статора пики секундной режущей длины существенного влияния на размол не окажут.

Как было сказано выше, более качественную и полную оценку разработки волокна в процессе размола на дисковых мельницах даёт технологический параметр *циклическая элементарная длина* $L_{\omega.эл.}$, который рассчитывается по формуле

$$L_{\omega.эл.} = \frac{L_s \cdot 60}{n \cdot t \cdot (2\pi / \psi)}, \quad (1)$$

где: t – количество движущихся точек пересечения ножей ротора с ножами статора, шт.; n – частота вращения ротора, об/мин.; $2\pi/\psi$ – число секторов.

Для определения эффективности процесса получения древесного волокна в дисковых мельницах, используемых в производстве древесноволокнистых плит были выполнены расчеты параметра «циклической элементарной длины $L_{\omega.эл.}$ » для рафинатора с учетом его конструктивных особенностей [12]. Тогда расчетная формула параметра циклической элементарной длины для рафинера будет иметь вид:

$$L_{\omega.эл.} = \frac{L_s \cdot 60}{n \cdot t \cdot 2}, \quad (2)$$

Подставляя все известные значения в приведенную формулу получаем величину циклической элементарной длины для рассчитываемой гарнитуры равную $L_{\omega.эл.} = 8,9$ м.

Согласно рекомендациям, данным в работе [11] и используя параметр циклической элементарной длины $L_{\omega.эл.}$, можно классифицировать ножевую гарнитуру следующим образом:

- если величина параметра $L_{\omega.эл.}$ для полупромышленной дисковой мельницы колеблется в пределах одного метра, а для промышленных гарнитур эта величина около двух метров, то данная гарнитура будет с рубящим эффектом;
- у гарнитур с фибриллирующим эффектом этот параметр для полупромышленной дисковой мельницы может колебаться в диапазоне от 1,7 до 3 метров; для промышленных мельниц от 4 метров и более.

Вывод

В результате расчетов были установлены геометрические параметры гарнитуры, удовлетворяющей требованиям по технологическим характеристикам - показателям секундной режущей длины $L_s = 9500$ м/с и циклической элементарной длины $L_{\omega,эл.} = 8,9$ м, которые и определяют её как гарнитуру фибриллирующего типа.

Таким образом, в работе определены конструктивные характеристики размалывающей гарнитуры для получения древесноволокнистой массы в производстве трудногорючих ДВП мокрым способом. Дальнейшие исследования будут направлены на экспериментальное подтверждение теоретических расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонович А.А. Снижение пожарной опасности древесных материалов, изделий и строительных конструкций. - СПб., 2002. - 59 с.
2. Леонович А.А. Древесные плиты специального назначения. - СПб., 2007. - 96 с.
3. Пат. RU 2486054 С1, МПК В27N3/12 Композиция для получения огнезащищенных древесноволокнистых плит / Петрушева Н.А., Н.Г. Чистова, А.П. Чижов, Ю.Д. Алашкевич, И.А. Финк, А.В. Антонов. № 2011146843/13; заявл. 17.11.2011; опубл. 27.06.2013.
4. Антонов А.В. Производство древесноволокнистых плит с пониженной пожарной опасностью: дис. ... канд. техн. наук. - Красноярск, 2013. - 128 с.
5. Математическая модель получения ДВП со специальными свойствами / А.В. Антонов, Ю.Д. Алашкевич, Н.А. Петрушева, А.П. Чижов // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: сб. материалов V всерос. конф. с междунар. участием. - Барнаул, 2012. - С. 427-429.
6. Влияние технологических и конструктивных параметров размола на свойства трудновоспламеняемых древесноволокнистых плит / А.В. Антонов, Н.А. Петрушева, А.П. Чижов, Ю.Д. Алашкевич // Химия растительного сырья. - 2012. - №4. - С. 215-219.
7. Размол древесноволокнистых полуфабрикатов при производстве трудновоспламеняемых древесноволокнистых плит / А.В. Антонов, Н.А. Петрушева, А.П. Чижов, Ю.Д. Алашкевич // Химия растительного сырья. - 2012. - №4. - С. 221-224.
8. Физико-механические свойства трудновоспламеняемых древесно-волоконных плит / А.В. Антонов, Н.А. Петрушева, Ю.Д. Алашкевич // Химия растительного сырья. - 2016. - №1. - С. 143-150.
9. Чистова, Н. Г. Переработка древесных отходов в технологическом процессе производства древесноволокнистых плит: дис. ... докт. техн. наук: 05.21.03: защищена 26.03.2010. - Красноярск, 2010. - 414 с.
10. Легоцкий С.С., Гончаров В.Н. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы. - М.: Лесн. пром-сть, 1990. - 224 с.
11. Набиева, А.А. Оценка влияния и совершенствование основных технологических параметров ножевых размалывающих машин: дис. ... канд. техн. наук / А.А. Набиева. - Красноярск, 2004. - 177 с.
12. Зырянов, М.А. Получение полуфабрикатов в одну ступень размола для производства древесноволокнистых плит мокрым способом: дис. ... канд. техн. наук / М.А. Зырянов. - Красноярск, 2012. - 167 с.

Ivanov Dmitriy Vladimirovich

Siberian fire and rescue academy EMERCOM of Russia, Russia, Zheleznogorsk
Sibirsky state technological university, Russia, Krasnoyarsk
E-mail: ivanov.dv.sib@mail.ru

Erbatyrova Liudmila Sayranovna

Siberian state technological university
Lesosibirsky branch, Russia, Lesosibirsk
E-mail: info@lfsibgtu.ru

Petrusheva Nadezhda Aleksandrovna

Siberian state technological university
Lesosibirsky branch, Russia, Lesosibirsk
E-mail: info@lfsibgtu.ru

Alashkevich Yuriy Davydovich

Sibirsky state technological university, Russia, Krasnoyarsk
Siberian fire and rescue academy EMERCOM of Russia, Russia, Zheleznogorsk
E-mail: sibstu@sibstu.kts.ru

Baturo Aleksey Nikolaevich

Siberian fire and rescue academy EMERCOM of Russia, Russia, Zheleznogorsk
E-mail: ntc@sibpsa.ru

The parameters of knife grinding headset in the production of flame-resistant fiberboard wet method

Abstract. The paper presents results of researches on definition of geometrical and technological parameters of the headset fibrillose type for obtaining wood-fiber pulp in the manufacture of fire-resistant fiberboard wet method. To solve the tasks in the work program was used (using the software package Matlab), proposed by A.A. Nabiyeva. With the help of this program were to determine the average value of used cutting length obtained by rotation of the rotor relative to the stator in one revolution, the average value of the number of intersection points, and the received graphical dependencies change the number of points of intersection formed by the contact of the knives of one sector of the rotor with knives of the sector of the stator. In addition, the work was determined by the cyclic elementary length, which allows more objectively assess the possibility of obtaining high-quality grinding. The calculations were set geometric parameters of the headset that meets the requirements of fibrillar headsets for technological characteristics. The value obtained technological indicators will allow in the future to design and execute metal headset fibrillose type for obtaining wood-fiber pulp in the manufacture of fire-resistant fiberboard wet method.

Keywords: fibreboard plates; fire-resistant; second cutting length; the cyclic elementary length; garnitura fibrillose type; wet method

REFERENCES

1. Leonovich A.A. Snizhenie pozharnoy opasnosti drevesnykh materialov, izdeliy i stroitel'nykh konstruksiy. - SPb., 2002. - 59 s.
2. Leonovich A.A. Drevesnye plity spetsial'nogo naznacheniya. - SPb., 2007. - 96 s.
3. Pat. RU 2486054 S1, MPK V27N3/12 Kompozitsiya dlya polucheniya ogneshchishchennykh drevesnovoloknistykh plit / Petrusheva N.A., N.G. Chistova, A.P. Chizhov, Yu.D. Alashkevich, I.A. Fink, A.V. Antonov. № 2011146843/13; заявл. 17.11.2011; opubl. 27.06.2013.
4. Antonov A.V. Proizvodstvo drevesnovoloknistykh plit s ponizhennoy pozharnoy opasnost'yu: dis. ... kand. tekhn. nauk. - Krasnoyarsk, 2013. - 128 s.
5. Matematicheskaya model' polucheniya DVP so spetsial'nymi svoystvami / A.V. Antonov, Yu.D. Alashkevich, N.A. Petrusheva, A.P. Chizhov // Novye dostizheniya v khimii i khimicheskoy tekhnologii rastitel'nogo syr'ya: sb. materialov V vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem. - Barnaul, 2012. – S. 427-429.
6. Vliyanie tekhnologicheskikh i konstruktivnykh parametrov razmola na svoystva trudnosplamenaemykh drevesnovoloknistykh plit / A.V. Antonov, N.A. Petrusheva, A.P. Chizhov, Yu.D. Alashkevich // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2012. - №4. – S. 215-219.
7. Razmol drevesnovoloknistykh polufabrikatov pri proizvodstve trudnosplamenaemykh drevesnovoloknistykh plit / A.V. Antonov, N.A. Petrusheva, A.P. Chizhov, Yu.D. Alashkevich // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2012. - №4. – S. 221-224.
8. Fiziko-mekhanicheskie svoystva trudnosplamenaemykh drevesno-voloknistykh plit / A.V. Antonov, N.A. Petrusheva, Yu.D. Alashkevich // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 2016. - №1. – S. 143-150.
9. Chistova, N. G. Pererabotka drevesnykh otkhodov v tekhnologicheskom protsesse proizvodstva drevesnovoloknistykh plit: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.21.03: zashchishchena 26.03.2010. - Krasnoyarsk, 2010. - 414 s.
10. Legotskiy S.S., Goncharov V.N. Razmalyvayushchee oborudovanie i podgotovka bumazhnoy massy. - M.: Lesn. prom-st', 1990. - 224 s.
11. Nabieva, A.A. Otsenka vliyaniya i sovershenstvovanie osnovnykh tekhnologicheskikh parametrov nozhevykh razmalyvayushchikh mashin: dis. ... kand. tekhn. nauk / A.A. Nabieva. - Krasnoyarsk, 2004. – 177 s.
12. Zyryanov, M.A. Poluchenie polufabrikatov v odnu stupen' razmola dlya proizvodstva drevesnovoloknistykh plit mokrym sposobom: dis. ... kand. tekhn. nauk / M.A. Zyryanov. - Krasnoyarsk, 2012. – 167 s.