

DOI: 10.15393/j2.art.2016.3281

*Краткое сообщение*

## **О моделировании очистки круглых лесоматериалов в корообдирочных барабанах**

**Юлий Е. Гардин<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33; E-Mails: 79214519247@ya.ru

\* Автор, с которым следует вести переписку; E-Mail: 79214519247@ya.ru;  
Tel.: +7(8142)711039; Fax: +7(8142)711000.

*Получена: 06 апреля 2016 / Принята: 15 апреля 2016 / Опубликовано: 16 мая 2016*

---

**Аннотация:** В обзорной статье кратко рассмотрены некоторые аспекты численного моделирования в целях совершенствования технологических операций окорки круглых лесоматериалов в корообдирочных барабанах по критерию уменьшения отходов.

**Ключевые слова:** корообдирочный барабан, круглые лесоматериалы, очистка от коры, моделирование

---

DOI: 10.15393/j2.art.2016.3281

*Article*

## **On the modeling of debarking round timber in drum**

**Yuliy E. Gardin<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> Petrozavodsk State University, Lenin st., 33, Petrozavodsk, Russia: 79214519247@ya.ru

\* Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail: 79214519247@ya.ru;  
Tel.: +7(8142)711039; Fax: +7(8142)711000.

*Received: 06 April 2016 / Accepted: 15 April 2016 / Published: 16 May 2016*

---

**Abstract:** In a review article briefly discusses some results of numerical simulation in order to improve production operations of debarking of round wood in drum on the criterion of waste reduction.

**Keywords:** drum debarking, round timber, debarking, modeling

---

## 1. Введение

Очистка круглых лесоматериалов в корообдирочных барабанах осуществляется за счет разрушения коры и последующего сдвига материала коры при соударениях балансов друг с другом и с корпусом барабана. Более подробно механическое взаимодействие балансов друг с другом и с корпусом барабана, а также появляющиеся в этой связи задачи, методы и примеры их решения рассмотрены в работах [1, 2, 3]. Технологические аспекты затронутой проблемы рассмотрены в статье [4]. Выполненный в форме краткого обзора синтез материалов работ [1, 2, 3, 4 и др.] представлен в нижеследующем изложении.

Происходящие при вращении барабана соударения балансов могут рассматриваться как поток случайных событий [4]. При этом в качестве случайных событий могут рассматриваться соударения балансов, обрабатываемых в корообдирочном барабане [1, 2, 3]. Как известно, потоки событий, которые осуществляются в случайные моменты времени, относятся к числу объектов, изучаемых на формальном уровне в теории вероятностей [5].

Характеристики указанного выше потока, очевидно, зависят от скорости вращения барабана и от других конструктивно-технологических параметров. Обобщающей характеристикой является интенсивность потока обрушений, то есть число обрушений  $\lambda$  в единицу времени:

$$\lambda = 1/\tau \quad (1)$$

Здесь  $\tau$  – параметр модели, имеющий размерность времени. Обычно предполагается, что корообдирочный барабан вращается вокруг своей продольной оси с постоянной скоростью. Тогда, если технологический процесс продолжается в течение времени  $t$ , то степень очистки круглых лесоматериалов от коры составит

$$\alpha = 1 - e^{-t/\tau} \quad (2)$$

Данное соотношение получено в книге [1] с применением вероятностного подхода. В работе [4] показано, что к соотношению такого же вида приводит детерминистический подход.

Затраты времени  $t$  для получения степени очистки  $\alpha$  равны [4]

$$\alpha = 1 - e^{-t/\tau} \quad (3)$$

В качестве иллюстрации в статье [4] рассмотрены результаты применения представленных соотношений при решении следующей модельной технологической задачи [3]. Вращение корообдирочного барабана, заполненного балансами в соответствии с

техническими нормами, сопровождается циклически повторяющимися обрушениями массива этих балансов. Приближенно можно считать, что все балансы одинаковы, каждый из них имеет диаметр 0,15 м и длину 1,2 м. В течение времени  $\tau$  на каждом балансе появляется область контакта, площадь которой на одном балансе *в среднем* равна 40 см<sup>2</sup> = 0,004 м<sup>2</sup>. Частота вращения барабана такова, что  $\tau = 6$  с. Требуется определить: 1) затраты времени на очистку массива балансов, если требуемая степень очистки от коры  $\alpha = 0,98$ ; 2) степень очистки массива балансов по истечении 30 минут.

Применение представленной методики приводит к следующим результатам [4]. Затраты времени при  $\alpha = 0,98$  составят 57 минут. Если продолжительность технологического процесса ограничить тридцатью минутами, то степень очистки по завершении данного процесса составит 0,88.

Очевидно, полученные в статье [4] оценки степени очистки и затрат времени могут рассматриваться как некоторые интегральные характеристики технологического процесса. Детализация характеристик данного процесса в целях его совершенствования требует применения других подходов. Как отмечено, в частности, в работах [1-4], необходимо учитывать особенности механического взаимодействия балансов при соударениях друг с другом и с корпусом корообдирочного барабана. В этом случае адекватные результаты могут быть получены с применением алгоритмов моделирования механических систем с односторонними связями [6-9]. С использованием таких методов в работах [6-9] выполнено численное моделирование массива балансов, подвергаемых очистке в барабане. Варьировались следующие характеристики: степень заполнения барабана; значения коэффициента диссипации энергии в материале балансов при соударениях; зазоры между балансами и корпусом барабана [4].

При этом рассмотрены модельные расчеты следующих технологических ситуаций. В массиве  $n$  бревен верхнее бревно падает на остальные, преодолевая до соударения начальный зазор, равный 1 м. Все остальные начальные зазоры равны нулю [4]. Масса каждого бревна 100 кг. Жесткость  $S = 2 \cdot 10^7$  Н/м. Рассеяние энергии  $K = 1 \cdot 10^4$  Н·с/м. Использовалась разностная схема второго порядка точности, шаг по времени  $\tau = 0,5 \cdot 10^{-3}$  с. При  $t = 0$  контактные силы определяются весом подлежащих обработке балансов. В статье [4] представлены контактные силы, соответственно, для  $n = 5$  и  $n = 10$ . По результатам моделирования установлено, что с уменьшением, т.е. с уменьшением степени заполнения барабана, возрастает величина силы соударений балансов с корпусом барабана. Однако с увеличением степени заполнения сила соударений может оказаться недостаточной для разрушения коры. Результаты расчета могут быть использованы для обоснования рекомендаций по ограничению степени заполнения корообдирочного барабана, что показано в работе [3].

Достоверность результатов расчетов подтверждена при сравнении с экспериментальными данными, полученными в работе [1].

Затронутые аспекты отражают только часть многоплановой проблемы совершенствования технологий переработки круглых лесоматериалов. Некоторые другие аспекты и соответствующая библиография рассмотрены, например, в работах [10, 11].

*Работа выполнена в соответствии с Программой стратегического развития Петрозаводского государственного университета на 2012-2016 г.*

## Литература

1. Бойков С.П. Теория процессов очистки древесины от коры // Ленинград: ЛГУ, 1980. – 152 с.
2. Васильев А.С., Никонова Ю.В., Раковская М.И. Математическое моделирование технологического процесса очистки древесины в корообдирочном барабане // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Технические науки. 2008. № 1. С. 117–119.
3. Никонова Ю.В. Обоснование конструктивно-технологических параметров корообдирочных барабанов с применением численного моделирования динамического взаимодействия балансов // Автореф. дис. канд. техн. наук. Петрозаводск, 2009. 20 с.
4. Васильев С.Б., Колесников Г.Н., Никонова Ю.В., Девятникова Л.А. Моделирование очистки круглых лесоматериалов от коры в установка барабанного типа // Краевые задачи и математическое моделирование: тематический сб. науч.ст.: в 3 т. Т. 2. / НФИ ГОУ ВПО «КемГУ»; под общ. ред. В.О. Каледина. – Новокузнецк, 2010. С. 222-233.
5. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика // М.: Наука, 1979. 496 с.
6. Колесников Г.Н. Алгоритм декомпозиции линейной задачи дополненности и его применение для моделирования соударений балансов в корообдирочном барабане // Resources and Technology. 2013. Т. 10. № 2. С. 111-138.
7. Колесников Г.Н., Раковская М.И. Энергетический критерий очередности перехода односторонних связей в действительное состояние // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2006. Т. 13. С. 652.
8. Васильев С.Б., Колесников Г.Н., Никонова Ю.В., Раковская М.И. Влияние локальной жесткости корпуса корообдирочного барабана на изменение силы соударений и величину потерь древесины // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия «Технические и естественные науки». 2008. № 4. С. 84–91.
9. Колесников Г.Н., Доспехова Н.А. Закономерности соударений и качество очистки балансов неодинакового диаметра в корообдирочном барабане // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-15. С. 3328-3331.
10. Гаврилов Т.А., Паталайнен Л.С., Колесников Г.Н. О ресурсосберегающих технологиях экологически безопасной утилизации древесной коры // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 7 (39). С. 59-64.
11. Андреев А.А., Зайцева М.И., Колесников Г.Н., Чалкин А.А. Технологии использования отходов лесопиления для устойчивого развития приграничных регионов на севере России // В сборнике: Классический университет в пространстве трансграничности на Севере Европы: стратегия инновационного развития материалы Международного форума. Петрозаводский государственный университет. 2014. С. 3-6.

## References

1. Bojkov S.P. Teorija processov ochildki drevesiny ot kory // Leningrad: LGU, 1980. – 152 s.
2. Vasil'ev A.S., Nikonova Ju.V., Rakovskaja M.I. Matematicheskoe modelirovanie tehnologicheskogo processa ochildki drevesiny v koroobdirochnom barabane // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki. 2008. № 1. S. 117–119.
3. Nikonova Ju.V. Obosnovanie konstruktivno-tehnologicheskikh parametrov koroobdirochnyh barabanov s primeneniem chislennogo modelirovanija dinamicheskogo vzaimodejstvija balansov // Avtoref. dis. kand. tehn. nauk. Petrozavodsk, 2009. 20 s.
4. Vasil'ev S.B., Kolesnikov G.N., Nikonova Ju.V., Devjatnikova L.A. Modelirovanie ochildki kruglyh lesomaterialov ot kory v ustanovka barabannogo tipa // Kraevye zadachi i matematicheskoe modelirovanie: tematicheskij sb. nauch.ct.: v 3 t. T. 2. / NFI GOU VPO «KemGU»; pod obshh. red. V.O. Kaledina. – Novokuzneck, 2010. S. 222-233.
5. Pugachev V.S. Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika // M.: Nauka, 1979. 496 s.
6. Kolesnikov G.N. Algoritm dekompozicii linejnoy zadachi dopolnitel'nosti i ego primenenie dlja modelirovanija soudarenij balansov v koroobdirochnom barabane // Resources and Technology. 2013. T. 10. № 2. S. 111-138.
7. Kolesnikov G.N., Rakovskaja M.I. Jenergeticheskij kriterij ochildnosti perehoda odnostonnih svjazej v dejstvitel'noe sostojanie // Obozrenie prikladnoj i promyshlennoj matematiki. 2006. T. 13. S. 652.
8. Vasil'ev S.B., Kolesnikov G.N., Nikonova Ju.V., Rakovskaja M.I. Vlijanie lokal'noj zhestkosti korpusa koroobdirochnogo barabana na izmenenie sily soudarenij i velichinu poter' drevesiny // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Tehnicheskie i estestvennye nauki». 2008. № 4. S. 84–91.
9. Kolesnikov G.N., Dospheva N.A. Zakonomernosti soudarenij i kachestvo ochildki balansov neodnakovogo diametra v koroobdirochnom barabane // Fundamental'nye issledovanija. 2013. № 10-15. S. 3328-3331.
10. Gavrilov T.A., Patalajnen L.S., Kolesnikov G.N. O resursosberegajushhijh tehnologijah jekologicheskij bezopasnoj utilizacii drevesnoj kory // Sovremennye nauchnye issledovanija i innovacii. 2014. № 7 (39). S. 59-64.
11. Andreev A.A., Zajceva M.I., Kolesnikov G.N., Chalkin A.A. Tehnologii ispol'zovanija othodov lesopilenija dlja ustojchivogo razvitija prigranichnyh regionov na severe Rossii // V sbornike: Klassicheskij universitet v prostranstve transgranichnosti na Severe Evropy: strategija innovacionnogo razvitija materialy Mezhdunarodnogo foruma. Petrozavodskij gosudarstvennyj universitet. 2014. S. 3-6.