

УДК 676.02

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СОРТИРОВКИ ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ РОЛЬГАНГОМ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ПО КРИТЕРИЮ ДЛИНЫ ПРИ ИХ ПОДГОТОВКЕ К ИЗМЕЛЬЧЕНИЮ НА ЩЕПУ

Васильев С.Б., Девятникова Л.А., Доспехова Н.А., Колесников Г.Н.

*ФББОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»,
Петрозаводск, e-mail: kgn@petrsu.ru*

Цель исследования – поиск и обоснование технического решения по интенсификации динамического воздействия на транспортируемые рольгангом круглые лесоматериалы при их подготовке к измельчению на щепу. Результаты работы ориентированы на применение в целлюлозно-бумажной промышленности, которая является крупнейшим потребителем древесины. Круглые лесоматериалы подвергаются раскрою на отрезки длиной 1,2 м, называемые балансами. После очистки от коры балансы поступают на измельчение в рубительную машину. Наличие короткомеров (отрезков длиной менее 0,8 м) приводит к потерям древесины при производстве щепы. Одна часть потерь в виде лома и отщепов образуется при окорке балансов в барабане. Другая часть потерь в виде некондиционных крупных и мелких древесных частиц образуется при измельчении балансов в рубительной машине. Отбраковка короткомеров из общего потока балансов на участке между слешерной установкой и корообдирочным барабаном позволяет снизить эти потери. В настоящее время для удаления короткомеров устраивают так называемые провалочные окна в роликовых конвейерах, чтобы исключить подачу короткомеров в рубительную машину. Однако функционирование этих окон недостаточно эффективно. В данной публикации предлагается решение, позволяющее повысить эффективность удаления короткомеров на роликовом конвейере с окнами. Рассмотрено применение роликов в форме призм. В этом случае динамические воздействия интенсифицируют процесс выделения короткомеров. Для данного случая предложена методика определения перемещений, скорости и ускорения транспортируемых балансов.

Ключевые слова: ресурсосбережение, рольганг, балансы, короткомеры, перемещение, скорость, ускорение, угловая скорость

INTENSIFICATION OF PULPWOOD SORTING TRANSPORTED BY A ROLL-TABLE ACCORDING TO THE CRITERION OF LENGTH DURING THEIR PREPARATION TO CHIPPING

Vasilyev S.B., Devyatnikova L.A., Dospekhova N.A., Kolesnikov G.N.

Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: kgn@petrsu.ru

The purpose of the study was to the search for and rationale of the technical decision on intensification of the dynamic effects for transported by a roll-table according to the criterion of length during their preparation to chipping. The results of the work oriented to be used in the pulp and paper industry which is the largest consumer of wood. Round wood (logs) are sawn to the pulpwood 1,2 m long. After debarking the pulpwood a chipper are transported. The presence of undersize parts (lengths of less than 0,8 m) leads to losses of wood at production of wood chips. One part of losses in the form of scrap and flakes formed at the debarking balances in the drum. The other part of the losses in the form of non-conforming large and small wood particles formed during disintegration of the balances in a chipping machine. Screening of undersize parts of the total flow, balance sheets on a site between apparatus for sawing and drum allows reducing these losses. Currently for removal of undersize parts are arranged so-called screening-windows on roller conveyors in order to exclude submission undersize parts in a chipper. However, the functioning of this equipment is not efficient enough. This article offers a solution to improve the efficiency of removal of undersize parts on the roller conveyor with screening-windows. We considered the use of rollers in the form of prisms. In this case, the dynamic effects are increased and the process of allocating undersize parts is more intensive. We proposed the methodology of definition of displacement, velocity and acceleration of transported by a transported pulpwood by a roll-table.

Keywords: resource saving, roll-table;pulpwood, displacement, velocity, acceleration, angular velocity

Крупнейшим потребителем древесины является целлюлозно-бумажная промышленность. На целлюлозно-бумажных комбинатах круглые лесоматериалы проходят стадии раскрою на отрезки длиной 1,2 м, называемые балансами. После очистки от коры балансы поступают на измельчение в рубительную машину. Наличие короткомеров (отрезков длиной менее 0,8 м) в потоке балансов, поступающих на окорку в корообдирочный барабан, а после него в рубительную машину, приводит к потерям древесины при производстве щепы [1, 2]. Одна часть потерь в виде лома и отщепов

образуется при окорке балансов в барабане. Другая часть потерь в виде некондиционных крупных и мелких древесных частиц образуется при измельчении балансов в рубительной машине. Изъятие короткомеров из общего потока балансов позволяет снизить эти потери [4, 5]. Изъятые из потока короткомеры могут быть переработаны по специальной технологии. В настоящее время для отбраковки короткомеров устраивают так называемые провалочные окна в роликовых конвейерах, чтобы исключить подачу короткомеров в рубительную машину [3]. Однако функционирование этих окон

недостаточно эффективно. В данной статье предлагается решение, позволяющее повысить эффективность отбраковки короткомеров на роликовом конвейере с окнами.

Очевидно, чтобы исключить появление короткомеров, длина поступающих на раскрой бревен [3, 4] должна быть кратна длине баланса. Однако длина бревен L_0 , поступающих на раскрой, как правило, отличается от значения L_s , обеспечивающего получение балансов только требуемой длины L_p : $L_0 \neq L_s = nL_p$. По этой причине появляются отрезки, длина которых меньше требуемой для переработки в дефибрерах и в рубительных машинах [3]. Часть таких отрезков (короткомеров) имеет в реальных условиях длину не более 0,8 м.

Теоретически все короткомеры должны проваливаться в указанные выше провалочные окна. Однако боковая поверхность балансов не является гладкой, что служит причиной появления сил трения и сцепления короткомеров с балансами стандартной длины. Эти силы достаточны, чтобы часть короткомеров (подобно «наездникам») преодолела провалочные окна. Поэтому часть короткомеров поступает в корообдирочный барабан. Таким образом, непродуктивно расходуются ресурсы на транспортировку короткомеров и их очистку от коры [3, 5].

Наблюдения реального технологического процесса показывают [3], что указанные выше силы трения и силы сцепления короткомеров с балансами стандартной длины не могут быть преодолены только за счет силы тяжести и небольших динамических воздействий, которые имеют место при транспортировке по рольгангу с цилиндрическими роликами. Отсюда следует, что необходима интенсификация динамического воздействия на балансы и короткомеры на том участке рольганга, где расположены провалочные окна. Цель такого воздействия – преодоление указанных сил трения и сцепления короткомеров с балансами стандартной длины. При этом повысится эффективность функционирования провалочных окон и, как следствие, качество сортировки по длине транспортируемых рольгангом балансов.

Чтобы получить щепу достаточно высокого качества, необходимо уменьшать долю короткомеров в общем потоке балансов, поступающих на измельчение в рубительную машину. Объясняется это тем, что измельчение короткомеров в рубительной машине приводит к увеличению доли крупных некондиционных фракций щепы [4].

Существует ряд решений задачи о рольганге с функцией интенсификации динамического воздействия на транспортируемые

балансы. Например, в рольганге по патенту [6] транспортируемые в горизонтальной плоскости балансы получают также перемещения в вертикальной плоскости с помощью роликов, поперечные сечения которых имеют форму эллипса. Размещение таких роликов целесообразно только вблизи провалочного окна. Однако форма роликов, поперечные сечения которых очерчены гладкими кривыми, не обеспечивает достаточно интенсивного «встряхивания» транспортируемых балансов, что необходимо для эффективной сортировки по длине транспортируемых балансов.

Чтобы получить требуемое динамическое воздействие, можно заменить ролики в форме цилиндров на ролики в форме призм с поперечным сечением, например, в форме квадрата. На рис. 1 схематично показана секция рольганга с участками 1 и 2, между которыми находится провалочное окно 3. Данная секция встраивается в существующий рольганг. Секция включает в себя стартовый 1 и финишный 2 участки, на которых установлены некруглые ролики 4. Дугообразными стрелками на схеме указано направление вращения роликов. Ролики приводятся в синфазное вращение электродвигателями с передаточными механизмами, например, в виде редукторов и роликовых цепей. Ролики 4 предназначены для транспортировки балансов 5 и 6. Длина провалочного окна 3, измеренная по направлению горизонтального перемещения транспортируемых балансов, не превышает половины наибольшей длины транспортируемого элемента 5. Поэтому короткомеры 6 проваливаются под действием собственного веса в окно 3. Элементы 5 стандартной длины (1,2 м) не проваливаются в указанные проёмы, так как размер проёма (0,5 м) по направлению перемещения меньше половины стандартной длины элемента 5.

Рассмотрим равномерное вращение ролика с квадратным поперечным сечением вокруг неподвижной оси, проходящей через точку O (рис. 2). Рис. 1 показывает, что транспортируемый баланс 5 не может находиться ниже некоторой линии. Отрезок ab этой линии показан на рис. 2. На старте транспортируемый баланс 5 (рис. 2) контактирует с точками a и b (рис. 2). При вращении ролика контактирует с балансом только точка a , если $0 \leq \beta \leq \alpha_0$. Правомерно предположить, что, перемещаясь по дуге amb , точка a неразрывно связана с балансом 5. Тогда синхронное вращение всех роликов 4 трансформируется в поступательное движение баланса. Поэтому для характеристики движения баланса 5 достаточно рассмотреть движение точки a .

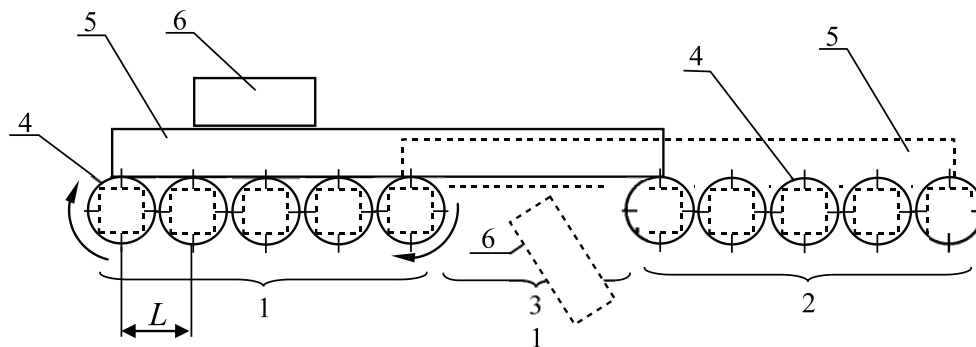


Рис. 1. Секция рольганга с провальной окном

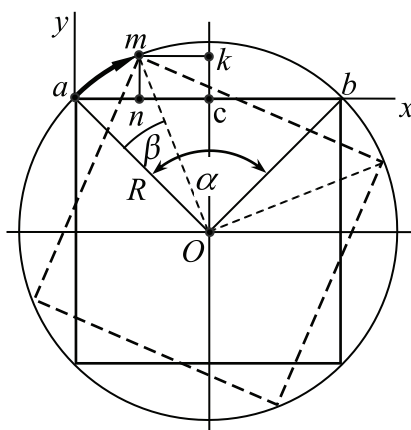


Рис. 2. Перемещение точки m по дуге amb

При повороте ролика на угол β точка a , а вместе с ней и транспортируемые балансы перемещаются по дуге amb окружности с центром в точке O . Здесь m – новое положение точки a . При этом

$$0 \leq \beta \leq \alpha_0. \quad (1)$$

Значение α_0 детерминируется формой поперечного сечения. Например, для квадрата $\alpha_0 = 90^\circ$, для треугольника $\alpha_0 = 120^\circ$. В рассматриваемом случае угловая скорость вращения роликов ω от времени t не зависит. Поэтому $\beta = \omega t$. Тогда

$$0 \leq \omega t \leq \alpha_0, \text{ или } 0 \leq t \leq T, T = \frac{\alpha_0}{\omega}. \quad (2)$$

Рассматривая движение точки m по дуге amb (рис. 2) на отрезке времени t (2), определим горизонтальное перемещение данной точки $x(t) = ac - nc = ac - mk$:

$$x(t) = R \left(\sin \frac{\alpha_0}{2} - \sin \left(\frac{\alpha_0}{2} - \omega t \right) \right), \quad (3)$$

вертикальное перемещение

$$y(t) = mn = kc = Ok - Oc:$$

$$y(t) = R \left(\cos \left(\frac{\alpha_0}{2} - \omega t \right) - \cos \frac{\alpha_0}{2} \right). \quad (4)$$

Дифференцируя по времени равенства (3) и (4), найдем скорости и ускорения соответственно в горизонтальном и в вертикальном направлениях. Формулы (3) и (4) должны использоваться при ограничении (2). Если $t > T$, то горизонтальные перемещения получают суммированием значений $x(t)$, вычисленных при $t = T$ по формуле (3) с учетом целого числа циклов и остатка от деления t/T . Вертикальные перемещения скорости и ускорения циклически повторяются с периодом T . Появляющиеся при горизонтальных и вертикальных ускорениях силы создают условия для «встряхивания» массива балансов. Тем самым интенсифицируется процесс сортировки транспортируемых рольгангом балансов по длине.

Применение рассмотренного выше технического решения сводится к несложной замене некоторой части цилиндрических роликов на ролики в форме призм. При такой модернизации оборудования необходимо заменить ролики только в области провальной окна 3 (рис. 1). Необходимо

обратить внимание на то, что в ролягангах с цилиндрическими роликами транспортируемые балансы практически не перемещаются по вертикали. То есть сила веса балансов не совершает работы на вертикальных перемещениях. В рассмотренном выше роляганге вертикальные перемещения балансов имеют место. Поэтому на этих перемещениях будет совершаться определенная работа, что потребует затрат энергии. Однако некруглые ролики устанавливаются только в области провалочного окна 3 (рис. 1). Как следствие, дополнительные затраты энергии могут оказаться незначительными по сравнению с эффектом от повышения качества щепы. Другие способы повышения качества щепы рассмотрены, например, в статьях [7–10].

Заключение

В соответствии с целью работы обоснованы возможности повышения эффективности использования ролягангов в древесно-подготовительном цикле целлюлозно-бумажного комбината. Тем самым внесен определенный вклад в решение известной проблемы, которая выражается в том, что качество древесной щепы снижается с увеличением доли короткомеров в общем потоке балансов, транспортируемых по ролягангу к рубительной машине [2, 3]. Роляганг используется как для транспортировки балансов, так и для отбраковки короткомеров. Для интенсификации отбраковки рассмотрено применение ролягангов с роликами в форме призм. В этом случае динамические воздействия интенсифицируют процесс отбраковки короткомеров.

Список литературы

1. Васильев С.Б. Влияние технологии раскря балансовой древесины на фракционный состав щепы / С.Б. Васильев, Л.А. Девятникова, Г.Н. Колесников // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2011. – № 195. – С. 125–133.
2. Васильев С.Б. Влияние изменения длины баланса, измельчаемого в дисковой рубительной машине, на размеры частиц древесной щепы / С.Б. Васильев, Л.А. Девятникова, Г.Н. Колесников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 81. – С. 270–279.
3. Девятникова Л.А. Потенциал ресурсосбережения в технологии подготовки круглых лесоматериалов к переработке на щепу // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 88. – С. 188–206.
4. Девятникова Л.А. Влияние технологии раскря балансов на фракционный состав щепы / Л.А. Девятникова, С.Б. Васильев, Г.Н. Колесников // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – М.: Изд-во МГУЛ, 2012. – № 3. – С. 120–124.
5. Девятникова Л.А., Емельянова Е.Г. Пути повышения эффективности использования древесного сырья на целлюлознобумажных комбинатах / Л. А. Девятникова, Е. Г. Емельянова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2012. – Т. 2. – № 8. – С. 65–68.
6. Колесников Г.Н., Васильев С.Б., Девятникова Л.А., Доспехова Н.А. Секция роляганга для сортировки транспортируемых лесоматериалов по длине / Патент на полезную модель RU 117411. Опубликовано 27.06.2012.
7. Симонова И.В. О применении свойств геликоиды в рубительных дисках / И.В.Симонова, С.Б. Васильев // Resources and Technology. – 2010. – № 8. – С. 133–135.
8. Симонова И.В. Теоретическое исследование процесса взаимодействия древесного сырья с рабочим органом дисковой рубительной машины / И.В.Симонова, С.Б. Васильев // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2009. – № 99. – С. 102–106.
9. Смехов С.Н. Основные факторы, оказывающие влияние на кондиционный выход технологической щепы в холодное время года (на примере Братского ЛПК) / С.Н. Смехов, Д.Н. Бажанов // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки - развитию регионов Сибири. – 2005. – № 2. – С. 98–101.
10. Системы машин для производства топливной щепы из древесной биомассы по технологии заготовки деревьями / Ю.В. Суханов, А.А. Селиверстов, В.С. Сюнёв, Ю.Ю. Герасимов // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 1. – С. 7–13.

References

1. Vasilyev S.B., Devjatnikova L.A., Kolesnikov G.N. *Izvestiya Sankt-Petersburg forest-technical Academy*. 2011, no. 195, pp. 125–133.
2. Vasilyev S.B., Devjatnikova L.A., Kolesnikov G.N. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian University (Scientific journal Kuban state agrarian University)*. Krasnodar: KubanStateAgrarianUniversity, 2012, no. 7 (81), pp. 270–279.
3. Devjatnikova L.A. *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban state agrarian University (Scientific journal Kuban state agrarian University)*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2013, no. 88, pp. 188–206.
4. Devjatnikova L.A., Vasilyev S.B., Kolesnikov G. N. *Bulletin of the MSFU – Lesnoi Vestnik. M.: Publishing house of the MSFU*, 2012, no. 3, pp. 120–124.
5. Devjatnikova L.A., Emelyanova E.G. *Proceedings of Petrozavodsk state University: Natural and Engineering Sciences*, 2012. Vol. 2. no. 8, pp. 65–68.
6. Patent RU 117411. Published 27.06.2012.
7. Simonova I.V., Vasiliev S. B. *Resources and Technology*. 2010, no. 8, pp. 133–135.
8. Simonova I.V., Vasiliev, S. B. *Proceedings of Petrozavodsk state University: Natural and Engineering Sciences*, 2009, no. 99, pp. 102–106.
9. Smekhov S.N., Bazhanov D.N. *Proceedings of the Bratsk state University. Series: the Natural Sciences and Engineering to the Development of the Regions of Siberia*. 2005, no. 2, pp. 98–101.
10. Sukhanov J.V., Seliverstov A.A., Syunev V.S. V.S., Gerasimov Yu.Yu. *Tractors and Agricultural Machinery*, 2012, no. 1, pp. 7–13.

Рецензенты:

Сюнёв В.С., д.т.н., профессор, директор Института рационального природопользования на Европейском Севере, г. Петрозаводск;

Питухин А.В., д.т.н., профессор, зав кафедрой технологии металлов и ремонта, ФБГОУ ПетрГУ, г. Петрозаводск.

Работа поступила в редакцию 23.08.2013.