

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 630.36

DOI: 10.18324/2077-5415-2016-1-89-94

### Моделирование процесса работы машины для сортировки и транспортировки порубочных остатков на лесосеке

А.П. Мохирев

Лесосибирский филиал Сибирского государственного технологического университета, ул. Победы 29, Лесосибирск, Россия  
ale-mokhirev@yandex.ru

Статья поступила 16.12.2015, принята 29.01.2016

*Эффективное экономическое развитие лесной промышленности невозможно без научно обоснованной стратегии формирования перспективных технологических процессов лесозаготовок с комплексным использованием всей биомассы заготавливаемых деревьев. Степень использования биомассы следует считать важнейшим принципом прогрессивности технологий лесозаготовок. Одной из главных задач отечественного лесного комплекса является использование низкотоварной древесины, кусковых отходов, вершинной части деревьев, сучьев и веток, что обеспечит существенное повышение эффективности лесозаготовок. Для решения этой задачи целесообразно рассмотреть процесс моделирования работы сортировочно-транспортной машины, предназначенной для погрузки, сортировки и транспортировки к лесовозной дороге порубочных остатков, а также технологическую схему лесосечных работ с использованием форвардера со съёмным кузовом. Кузов разделен на отсеки для перевозки в них отходов с различными параметрами. Сортировка по породам и видам порубочных остатков необходима для производства как топливной, так и технологической щепы для ее дальнейшего использования в производстве ценной товарной продукции. Представлена информационно-логическая модель процесса сбора, сортировки и транспортировки порубочных остатков древесины предлагаемой машиной. Получена формула для расчета производительности работы сортировочно-транспортной машины.*

**Ключевые слова:** технология лесозаготовок; переработка порубочных остатков; лесосечные отходы; лесозаготовительные машины; форвардер; сортировка лесосечных отходов; информационно-логическая модель процесса; моделирование технологического процесса.

### Process modeling for the machine for sorting and transporting felling residues on the cutting area

A.P. Mokhirev

Siberian State Technological University, Lesosibirsk branch; 29, Pobedy St., Lesosibirsk, Russia  
ale-mokhirev@yandex.ru

Received 16.12.2015, accepted 29.01.2016

*The economic efficiency of the forest industry development is impossible without science-based strategy of the formation of perspective technological processes of timber harvesting with the complex use of the entire biomass of the trees harvested. The degree of biomass use should be considered as the most important principle for progressiveness of harvesting technology. One of the main tasks of national forest complex is the use of semi-subsistence wood, bulk wastes, the apical part of trees, twigs and branches that will give significant improvements in the efficiency of harvesting. To solve this problem, the process modeling should be studied for the machine for sorting and transporting felling residues on the cutting area designed for loading, sorting and transporting felling residues to the loading area. The scheme of processing is also provided with wastes' cutting for sorting the wastes according to their size. The work provided a detailed process scheme for logging operations using a forwarder with a removable body for loading, sorting and transporting the forest residues. The body of the forwarder is divided into sections to transport wastes of different parameters. It should be necessary to sort felling residuals to produce chip fuel and industrial chips which can next be used in producing valuable goods. Information logical model has been proposed for the process of collecting, sorting and transporting felling residues. Formula has been received for calculating the productivity of the sorting and transporting machine.*

Key words: harvesting technology; felling residues' processing; felling wastes; tree harvesting machines; forwarder; felling wastes' sorting; information logical model of the process; modeling of technological process.

#### Введение

В настоящее время, когда потребность в древесине постоянно возрастает, особую важность приобретает ее

комплексное использование. Удовлетворение потребности народного хозяйства в древесине в ближайшие годы будет осуществляться за счет экономного и наи-

более полного использования, а также увеличения объемов заготовки леса [1].

В связи с этим главным направлением развития лесного комплекса является более эффективное использование всей заготавливаемой древесной массы. Для этого необходимо дальнейшее совершенствование структуры производства лесной и деревообрабатывающей промышленности, развитие производства технологической щепы, древесных плит, фанеры, тарного картона и других заменителей деловой древесины [2].

Улучшение использования древесной биомассы, вовлечение в переработку низкокачественной, малоценной древесины, порубочных остатков, отходов лесозаготовок и переработки древесины является весьма актуальной задачей.

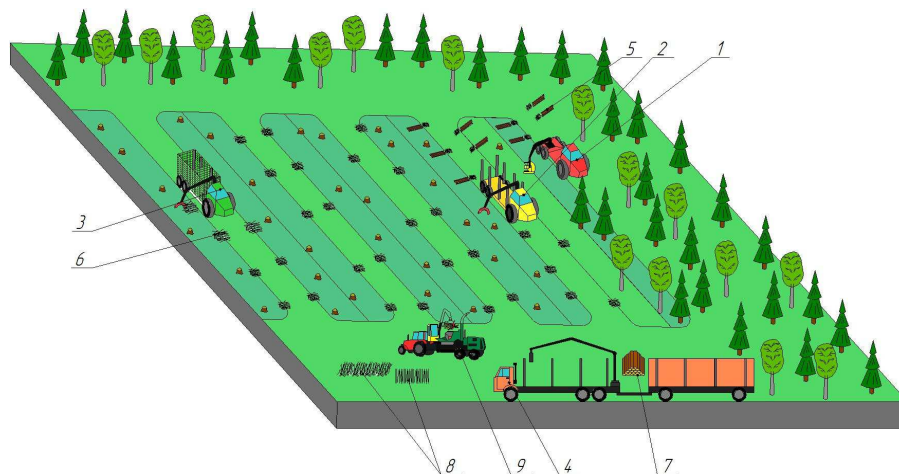
Проблемой переработки отходов лесозаготовительной деятельности занимались и занимаются многие отечественные и зарубежные ученые [3–11], однако широкого применения в лесной промышленности предлагаемые технологии не получили. Основными причинами недостаточного внимания к переработке отходов лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности являются низкое качество, невысокий спрос и относительно высокая себестоимость продукции, получаемой из отходов переработки [12]. Для устранения данных недостатков предлагается ряд мероприятий, в числе которых усовершенствование технологических процессов заготовки, транспортировки и переработки древесной биомассы [13; 14]. Большинство предлагаемых технологических процессов переработки отходов лесозаготовки основываются на производстве топливной щепы, тогда как из данного сырья можно наладить выпуск различной товарной продукции на предприятиях химической и целлюлозно-бумажной промышленности [3; 4; 15]. Этому препятствуют различный химический состав, геометрические характеристики и другие параметры порубочных остатков разных пород и видов древесины, не позволяющие использовать их в производстве ценной товарной продукции без сортировки.

Для более эффективного применения порубочных остатков их следует рассортировать [16].

**Постановка задачи.** Целью исследований является моделирование процесса работы машины для сортировки и транспортировки порубочных остатков на лесосеке. Для этого поставлены следующие задачи: описать технологический процесс сбора, сортировки и транспортировки порубочных остатков с места валки и раскряжевки до погрузочного пункта; составить информационно-логическую модель работы машины и вывести формулу производительности в зависимости от параметров предмета труда для дальнейшей оптимизации производственного процесса, в котором будет работать машина.

На сегодня наиболее распространена сортиментная технология заготовки древесины с использованием харвестеров и форвардеров [17; 18]. В процессе работы харвестера происходят валка, обрезка сучьев, раскряжевка деревьев, сортировка и укладка в пачки полученных сортиментов. Сортировка происходит по критериям получаемой товарной продукции. Геометрические характеристики (длина, диаметр) сортиментов определяются харвестером и указываются на мониторе компьютера машины. Оценка породы и пороков проводится оператором визуально. Сопоставив характеристики получаемого сортимента с критериями товарной продукции, оператор определяет вид получаемой продукции. После раскряжевки сортименты укладываются отдельно в разные пачки. Порубочные остатки размещаются на трелевочном волоке либо рядом с ним без дальнейшей обработки. Форвардер собирает сортированную древесину, укладывает с помощью гидроманипулятора на грузовую платформу и транспортирует ее на погрузочный пункт, где разгружает в штабель.

При заготовке древесины комплексом машин, состоящим из харвестера и форвардера, порубочные остатки располагаются на трелевочном волоке в кучах небольшого объема. В большинстве случаев они остаются на трелевочном волоке для дальнейшего перегнивания или сжигаются в пожаробезопасный период. Для их сбора и сортировки предлагается использовать сортировочно-транспортную машину, изготовленную на базе форвардера. Ниже представлена предлагаемая технологическая схема лесосечных работ (рис. 1).



**Рис. 1.** Технологическая схема лесосечных работ с операцией сбора, сортировки и транспортировки порубочных остатков: 1 — харвестер; 2 — форвардер; 3 — сортировочно-транспортная машина для порубочных остатков; 4 — автопоезд; 5 — сортименты у места валки; 6 — порубочные остатки у места валки; 7 — штабель сортиментов на погрузочном пункте; 8 — рассортированные порубочные остатки на погрузочном пункте; 9 — рубительная машина

Харвестер спиливает дерево; обрезает сучья и раскряжевывает его на сортименты; в процессе обрезки сучьев и раскряжевки укладывает порубочные остатки, пригодные для дальнейшей переработки, на границу трелевочного волока и пасеки. Форвардер, собрав деловые сортименты, переоборудует кузов под сбор и сортировку порубочных остатков (рис. 2.). В процессе сбора порубочных остатков они с помощью манипулятора укладываются в разные отсеки кузова в зависимости от дальнейшего назначения, размерно-качественных и породных характеристик.

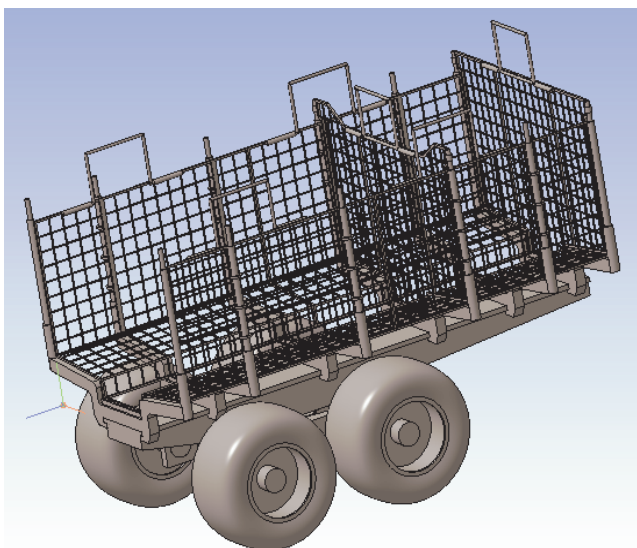


Рис. 2. Разборный кузов сортировочно-транспортной машины

Для перевозки порубочных остатков на форвардер, используемый на основных работах, устанавливается съемный разборный кузов, закрепляемый на стойках грузового отсека. Поперечными стенками кузовов разделяется на отсеки. Для снижения веса съемного кузова, отсева коры, хвои, минеральных примесей продольные, поперечные борта изготавливаются из ячеистого металла.

Для разрезания порубочных остатков по видам (вершины, крупные и мелкие сучья, ветки и древесная зелень) следует установить на манипулятор ножевую валочную головку [19]. Данная операция возможна при загрузке сучьев в отсек форвардером. У валочных головок такого типа в качестве срезающего устройства применяется нож (гильотина), с его помощью сучья разрезаются на части по назначению.

Рассортированные по породам и видам порубочные остатки укладываются в отдельные штабеля для дальнейшей переработки на погрузочном пункте или перегружаются в автопоезд для транспортировки на терминал (лесной склад) или доставки потребителю.

При месторасположении порубочных остатков на погрузочном пункте и доставке их на терминал или потребителю представленный разборный кузов и валочная ножевая головка могут устанавливаться на автопоезд.

**Моделирование технологического процесса.** Для моделирования технологического процесса разработана информационно-логическая модель работы сортировочно-

но-транспортной машины (рис. 3) с обозначением составляющих времени цикла  $T_{ц}$ . Цикл представляет собой комплекс операций по сортировке, сбору, транспортировке и разгрузке порубочных остатков древесины.

Перед заездом на рейс оператор определяет и монтирует требуемое количество отсеков. Каждый отсек условно закрепляется за определенными породами и видами порубочных остатков. Двигаясь по трелевочному волоку лесосеки, оператор на каждой стоянке наводит ножевой захватный грейфер на порубочные остатки. Затем оператор сортировочно-транспортной машины визуально определяет породу и вид порубочных остатков и их отдельных частей: откомлевка, вершины, сучья, ветки и древесная зелень. Вершины, сучья и ветки порубочных остатков разрезаются ножевым грейфером по размерам диаметра в зависимости от того, что имеется в порубочном остатке: вершины, крупные или мелкие сучья, ветки, древесная зелень.

Обработанные и отсортированные по видам и размерам порубочные остатки погружают в отдельные отсеки кузова. При заполнении отсеков рассортированные порубочные остатки доставляются на погрузочный пункт лесосеки и укладываются в отдельные штабеля.

На основе информационно-логической модели и составляющих времени цикла определим формулу расчета производительности. Обозначения составляющих времени цикла на информационно-логической модели:  $t_1$  — время движения машины до куч порубочных остатков,  $c$ ;  $t_2$  — время определения породы и вида порубочных остатков в куче,  $c$ ;  $t_3$  — время наведения манипулятора на порубочные остатки,  $c$ ;  $t_4$  — время захвата порубочных остатков ножевым грейфером,  $c$ ;  $t_5$  — время разрезания порубочных остатков ножевым грейфером,  $c$ ;  $t_6$  — время перемещения грейфера с порубочными остатками и их погрузка в отсек кузова,  $c$ ;  $t_7$  — время транспортировки порубочных остатков на погрузочный пункт,  $c$ ;  $t_8$  — время разгрузки порубочных остатков,  $c$ .

Сменная производительность,  $\Pi_{см}$ , процесса сортировки и транспортировки порубочных остатков древесины сортировочно-транспортной машиной рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{см} = \frac{(T - t_{пз}) \cdot \phi \cdot V_k}{T_{ц}},$$

где  $T$  — время смены,  $c$ ;  $t_{пз}$  — подготовительно-заключительное время,  $c$ ;  $\phi$  — коэффициент использования рабочего времени;  $V_k$  — объем кузова сортировочно-транспортной машины,  $m^3$ .

В формуле определения производительности составляющие времени цикла суммируются. При этом показатели  $t_3$ ,  $t_4$ , и  $t_6$  умножаются на количество приемов загрузки порубочных остатков до заполнения всего кузова, равное отношению объема кузова к среднему объему порубочных остатков, загружаемых за один прием. Время, затрачиваемое на разрез порубочных остатков ( $t_5$ ), умножается на среднее количество разрезов при заполнении кузова машины. Количество разрезов зависит от вида и количества заготавливаемых порубочных остатков, а также диаметра и длины сучьев и вершин.

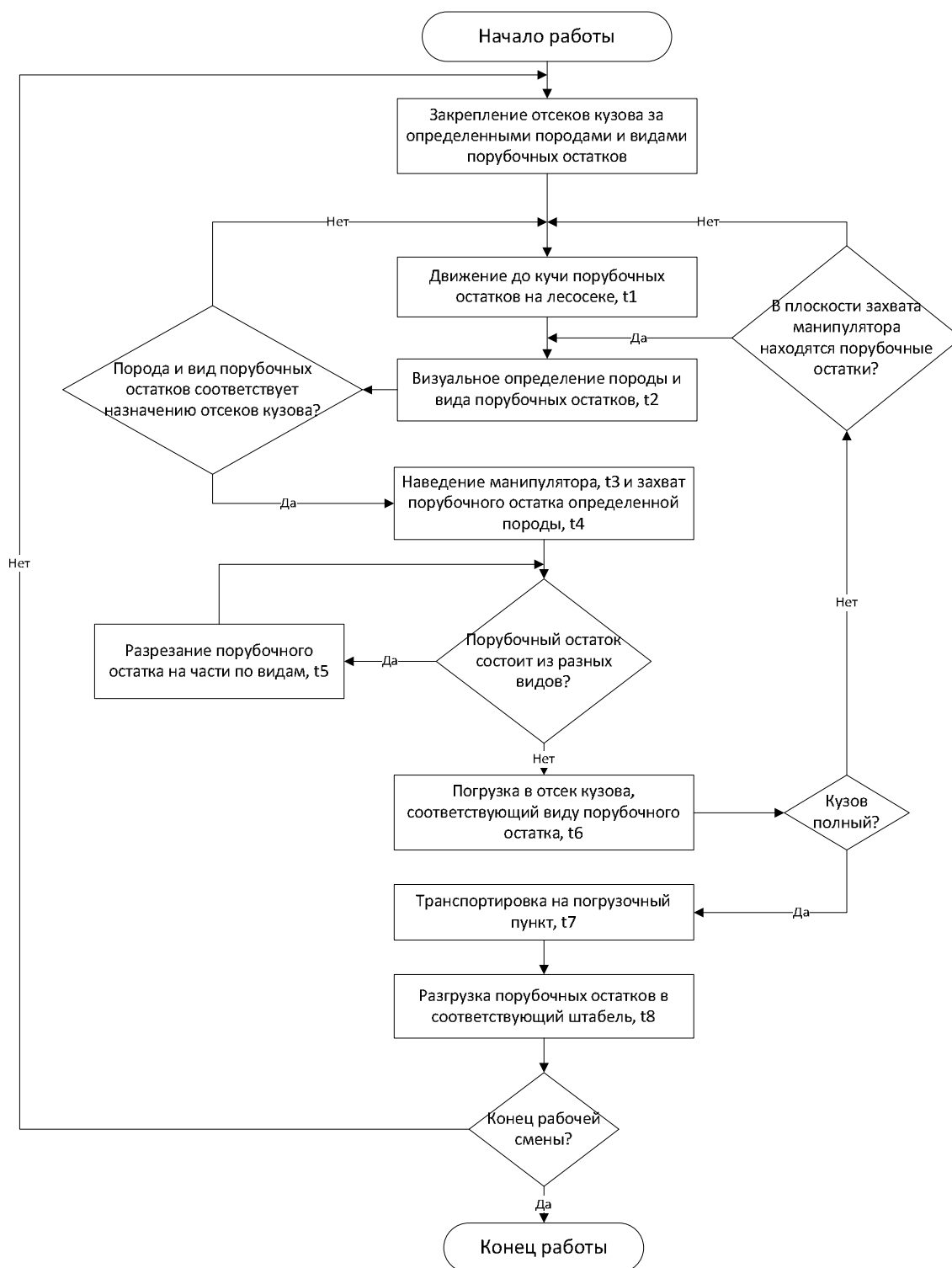


Рис. 2. Информационно-логическая модель процесса сбора, сортировки и транспортировки порубочных остатков древесины

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + (t_3 + t_4 + t_6) \cdot \frac{V_{\text{к}}}{v} + t_5 \cdot n + t_7 + t_8,$$

где  $v$  — средний объем порубочных остатков, загружаемый за один прием,  $\text{м}^3$ ;  $n$  — среднее количество разрезов порубочных остатков при загрузке кузова, шт.

Основными факторами, влияющими на производительность сортировки и транспортировки порубочных остатков древесины на лесосеке, являются качественные показатели сырья и квалификация оператора.

### Выводы

1. Для эффективного использования порубочных остатков их следует сортировать по породам и видам.
2. Сбор и сортировку порубочных остатков при сортиментной заготовке древесины следует производить сортировочно-транспортной машиной на базе форвардера, используемого на основных работах.
3. Анализ работы сортировочно-транспортной машины может быть выполнен путем последовательного



информационно-логического и математического моделирования [20].

4. Получена формула для расчета производительности сбора, сортировки и транспортировки порубочных остатков, пригодная для практического использования.

Исследование выполняется при поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» (проект «Ресурсосберегающая технология переработки неликвидной древесины и порубочных остатков на стадии лесозаготовительного производства»).

#### Литература

1. Безруких Ю.А., Медведев С.О., Алашкевич Ю.Д., Мохирев А.П. Рациональное природопользование в условиях устойчивого развития экономики промышленных предприятий лесного комплекса // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12-2. С. 994-996.

2. Зырянов М.А. Переработка древесных отходов в производстве древесноволокнистых плит // Вестн. Крас ГАУ. 2010. Вып. 4. С. 288 - 291.

3. Мохирев А.П., Безруких Ю.А. Медведев С.О. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона. 2015, Т. 36, № 2-2. С. 81. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3011>.

4. Медведев С.О. Соболев С.В., Степень Р.А. Возможности рационального использования древесных отходов в Лесосибирском лесопромышленном комплексе: моногр. Красноярск: СибГТУ, 2010. 85 с.

5. Шегельман И.Р. Обоснование технологических и технических решений для перспективных технологических процессов подготовки биомассы дерева к переработке на щепу : автореф. дис. ... д-ра техн. наук, СПб.: ЛТА, 1997. 36 с.

6. Васильев С.Б., Патякин В.И., Шегельман И.Р. Техника и технология производства щепы в леспромпхозе: моногр. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. 100 с.

7. Gerasimov Y., Senko S., Karjalainen T. Nordic forest energy solutions in the Republic of Karelia // Forests. 2013. № 4. P. 945-967.

8. Будник П.Б. Безлатный П.В. Способ производства щепы на лесосеке: пат. 2443102 Рос. Федерация № 2010118413/13; заяв. 06.05.10; опубл. 20.11.11, Бюл. № 6. 5 с.

9. Kärhä K. Production and Use of Wood Chips: Improving Supply Chains // Wood Energy UNECE/FAO Workshop. Belgrade. Serbia, 2007. P. 68.

10. Heikkilä J., Tantt J.V., Lindblad J., Sirén M., Asikainen A. Harvesting alternatives and cost factors of delimited energy wood // Metsanduslikud Laitila, Uurimused - Forestry Studies. 2006. № 45. P. 49-56.

11. Gerasimov Y., Karjalainen T. Energy wood resources in Northwest Russia // Biomass and Bioenergy. 2011. № 35. P. 1655-1662.

12. Karjalainen T., Asikainen A., Pavsky J., Zamboni R., Hotari K-E., Röser D. Estimation of Energy Wood Potential in Europe // Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 2004. 43 p.

13. Щукин П.О. Демчук А.В., Будник П.В. Повышение эффективности переработки вторичных ресурсов лесозаготовок на топливную щепу [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона, 2012. № 3. URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1025>.

14. Väätäinen K. Wood fuel procurement methods and logistics in Finland // Wood fuel production for small scale use // University Eberswalde. 2007. P. 28.

15. Heift R. Wykorzystanie odpadów pochodzenia roslinnego do celów energetycznych // Recyklacja odpadu TV, VSB TU Ostrava, 2000. P. 165-173.

16. Мохирев А.П., Зырянов М.А. Технология лесосечных работ с сортировкой порубочных остатков древесины // Системы. Методы. Технологии. 2015. № 3. С. 118-122.

17. Мохирев А.П., Мамматов В.О., Уразаев А.П. Моделирование технологического процесса работы лесозаготовительных машин // Международные научные исследования. 2015. № 3 (24). С. 72-74.

18. Суханов Ю.В., Герасимов Ю.Ю., Селивёрстов А.А., Соколов А.П. Технологические цепочки и системы машин для сбора и переработки древесной биомассы в топливную щепу при сплошнолесосечной заготовке в сортиментах // Системы. Методы. Технологии. 2011. № 4. С. 101-107.

19. AFM-Forest Ltd. Головки AFM для заготовки энергетической древесины [Электронный ресурс]: Валочная головка AFM 220 для энергетической древесины. URL: <http://www.afm-forest.ru/produkcija/energeticheskiegolovki/afm220>.

20. Utgof S.S., Ignatovich L.V. Mathematical modeling application to determine the effect of technological factors on physical and mechanical properties of densified low density deciduous wood // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2014. № 5-6. С. 59-63.

#### References

1. Bezrukikh Yu.A., Medvedev S.O., Alashkevich Yu.D., Mokhirev A.P. Environmental management in the conditions for sustainable economic development industrial forestry enterprises // Economy and entrepreneurship. 2014. № 12-2. P. 994-996.

2. Zyryanov M.A. Recycling of wood waste in the production of fiber boards // The Bulletin of KrasGAU. 2010. Vyp. 4. P. 288-291.

3. Mokhirev A.P., Bezrukikh Yu.A., Medvedev S.O. Wood waste recycling enterprises of timber industry complex as a factor of sustainable nature management [Elektronnyi resurs] // Inzhenernyi vestnik Dona. 2015, T. 36, № 2-2. P. 81. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3011>.

4. Medvedev S.O., Sobolev S.V., Stepen' R.A. The possibility of rational use of wood waste in Lesosibirsk timber industry: monogr. Krasnoyarsk: SibGTU, 2010. 85 p.

5. Shegel'man I.R. Substantiation of technological and technical solutions for prospective and technological processes of preparation of biomass wood to Perera development on chips : avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk, SPb.: LTA, 1997. 36 p.

6. Vasil'ev S.B., Patyakin V.I., Shegel'man I.R. Technique and technology of production of wood chips in the timber industry: monogr. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2001. 100 p.

7. Gerasimov Y., Senko S., Karjalainen T. Nordic forest energy solutions in the Republic of Karelia // Forests. 2013. № 4. P. 945-967.

8. Budnik P.B., Bezlatnyi P.V. The method of producing the chips in the cutting area: pat. 2443102 Ros. Federatsiya № 2010118413/13; zayav. 06.05.10; opubl. 20.11.11, Byul. № 6. 5 p.

9. Kärhä K. Production and Use of Wood Chips: Improving Supply Chains // Wood Energy UNECE/FAO Workshop. Belgrade. Serbia, 2007. P. 68.

10. Heikkilä J., Tantt J.V., Lindblad J., Sirén M., Asikainen A. Harvesting alternatives and cost factors of delimited energy wood // Metsanduslikud Laitila, Uurimused - Forestry Studies. 2006. № 45. P. 49-56.

11. Gerasimov Y., Karjalainen T. Energy wood resources in Northwest Russia // Biomass and Bioenergy. 2011. № 35. P. 1655-662.

12. Karjalainen T., Asikainen A., Pavsky J., Zamboni R., Hotari K-E., Röser D. Estimation of Energy Wood Potential in Europe // Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 2004. 43 p.

13. Shchukin P.O., Demchuk A.V., Budnik P.V. Improving the efficiency of recycling of secondary resources of timber cuttings on fuel wood chips [Elektronnyi resurs] // Inzhenernyi vestnik Dona, 2012. № 3. URL: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1025>.
14. Väättäin K. Wood fuel procurement methods and logistics in Finland // Wood fuel production for small scale use // University Eberswalde. 2007. P. 28.
15. Heift R. Wykorzystanie odpadów pochodzenia roslirmego do celow energetycznych // Recyklace odpadu TV, VSB TU Ostrava, 2000. P. 165-173.
16. Mokhiev A.P., Zyryanov M.A. Logging operation technology with felling residue sorting // Systems. Methods. Technologies. 2015. № 3. P. 118-122.
17. Mokhiev A.P., Mammadov Q.A., Urazaev A.P. Modeling process works harvesting machines // Mezhdunarodnye nauchnye issledovaniya. 2015. № 3 (24). P. 72-74.
18. Sukhanov Yu.V., Gerasimov Yu.Yu., Seliverstov A.A., Sokolov A.P. Technological chains and machines systems for collecting and processing woody biomass into fuel chips in clear-cutting harvesting by cut-to-lengths // Systems. Methods. Technologies. 2011. № 4. P. 101-107.
19. AFM-Forest Ltd. The AFM head for harvesting energy wood [Elektronnyi resurs]: Valochnaya golovka AFM 220 dlya energeticheskoi drevesiny. URL: <http://www.afm-forest.ru/produkcija/energeticheskiegolovki/afm220>.
20. Utgof S.S., Ignatovich L.V. Mathematical modeling application to determine the effect of technological factors on physical and mechanical properties of densified low density deciduous wood // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2014. № 5-6. P. 59-63.

УДК 621.867.2–027.45

DOI: 10.18324/2077-5415-2016-1-94-97

## Методика определения расстояния при установке датчика системы аварийного останова ленточного конвейера

Л.Н. Горбунова

Сибирский федеральный университет, пр. Свободный 79, Красноярск, Россия  
ptmir@inbox.ru

Статья получена 1.10.2015, принята 10.01.2016

*По результатам анализа несчастных случаев, происшедших при эксплуатации и техническом обслуживании ленточных конвейеров, установлено, что наибольшую опасность представляет появление обслуживающего персонала вблизи опасных зон, вращающихся рабочих органов — приводных, натяжных, концевых барабанов, загрузочных, разгрузочных узлов и др. Последствиями воздействия вращающихся рабочих органов ленточного конвейера могут быть зацепления и порезы, разрезания или дробления, затягивания или захваты, удары, падение с высоты и др. Для устранения несчастных случаев при эксплуатации и техническом обслуживании ленточных конвейеров, минимизации доступа обслуживающего персонала к опасным зонам предложена система аварийного останова, обеспечивающая автоматическое отключение и торможение рабочих органов ленточного конвейера при появлении человека в опасной зоне. Система аварийного останова включает следующие элементы: датчик, подающий сигнал на отключение привода и включение тормоза конвейера; электроаппаратура, которая по сигналу датчика выключает привод конвейера и включает тормоз; тормоз конвейера (обычно колодочный или какой-либо другой фрикционный). Общей характеристикой системы аварийного останова ленточного конвейера при срабатывании датчика является время, включая две составляющие: максимальное время, требуемое для останова ленточного конвейера, и время срабатывания датчика обнаружения опасности. Приведены методические рекомендации по определению места установки датчика на стадии проектирования системы автоматического аварийного останова ленточного конвейера, позволяющие установить датчик без проведения экспериментов в каждом конкретном случае, определить расстояние датчика от опасной зоны с учетом среднего времени срабатывания ее отдельных элементов (датчик, электроаппаратура управления тормозом и тормоза различных типов), а также более обоснованно выбирать элементы системы автоматического аварийного останова с учетом степени их влияния на величину опасной зоны.*

**Ключевые слова:** ленточный конвейер; система аварийного останова; время торможения.

## Method for determining the distance for installing the danger detector of emergency stop system of a belt-type conveyor

L.N. Gorbunova

Siberian Federal University; 79, Svobodny ave., Krasnoyarsk, Russia  
ptmir@inbox.ru

Received 1.10.2015, accepted 10.01.2016

*According to the analysis of accidents occurred in the operation and maintenance of belt-type conveyors, it is established that the main danger is maintenance personnel near hazardous areas of rotating working bodies such as conveyor drive, tension and end drums or loading and unloading nodes, etc. The damage of the rotating working bodies of the belt-type conveyor can be the following danger:*