

DOI: 10.15393/j2.art.2024.7523

УДК 630*8

Статья

Оценка качества еловых и сосновых сортиментов для производства продукции с повышенной добавленной стоимостью

Селиверстов Александр Анатольевич

кандидат технических наук, доцент, Петрозаводский государственный университет (Российская Федерация), alexander@petrstu.ru

Симонова Ирина Витальевна

кандидат технических наук, доцент, Петрозаводский государственный университет (Российская Федерация), shaina_irina@mail.ru

Талых Алексей Александрович

кандидат педагогических наук, доцент, Петрозаводский государственный университет (Российская Федерация), ata77@mail.ru

Получена: 15 ноября 2023 / Принята: 12 февраля 2024 / Опубликовано: 2 марта 2024

Аннотация: В статье приведены результаты исследований по оценке качества еловых и сосновых сортиментов, заготавливаемых по технологиям с применением бензомоторных пил и харвестеров с последующей трелёвкой форвардером, для дальнейшей переработки с целью получения продукции с повышенной добавленной стоимостью (сувенирная продукция, музыкальные инструменты, развивающие игры для детей). Производство подобной продукции является одним из перспективных направлений, связанных с углублённой переработкой древесины. При этом древесина должна быть экологически чистой и качественной (бездефектной). Любые дефекты следует исключить на этапе заготовки древесины в лесу. С этой целью по обращениям ряда лесозаготовительных предприятий Республики Карелия проводились исследования для оценки качества еловых и сосновых сортиментов на предмет дальнейшей поставки для производства продукции с повышенной добавленной стоимостью. Все необходимые полевые исследования проводились в зимний и летний сезоны на лесосеках. Были выявлены основные дефекты сортиментов, обусловленные применяемой технологией; оценён их качественный и количественный уровень для летних и зимних условий работы. Исследования показали наиболее распространённые

дефекты сортиментов в изученных технологиях, такие как механические повреждения (вырыв, задира, запил) и дефекты обработки («пеньки» сучьев, скол, отщеп, трещина). Все из указанных дефектов существенно снижают качество сортиментов ели и сосны для дальнейшей переработки и ведут к потере ценного материала для создания продуктов с высокой добавленной стоимостью. Таким образом, предложены организационно-технологические решения для снижения уровня выбраковки сортиментов. Предлагаемые решения позволяют добиться положительного эффекта от рационального использования сырья при производстве деревянной продукции с повышенной добавленной стоимостью. Операторам харвестера и форвардера необходимо по регламентам обслуживать механизмы технологического оборудования, а применяемая харвестерная головка должна обеспечивать высокие усилия и скорости протаскивания. Вальщики и операторы машин должны проходить обязательное обучение навыкам по обеспечению качества лесоматериалов для поставки на предприятия.

Ключевые слова: сортименты еловые и сосновые; лесозаготовительные технологии; качество древесины; сувенирная продукция, музыкальные инструменты, развивающие игры

DOI: 10.15393/j2.art.2024.7523

Article

Quality control of spruce and pine logs for manufacturing high value added production

Alexander Seliverstov

*Ph. D. in engineering, assistant professor, Petrozavodsk State University (Russian Federation),
alexander@petsu.ru*

Irina Simonova

*Ph. D. in engineering, assistant professor, Petrozavodsk State University (Russian Federation),
shaina_irina@mail.ru*

Alexey Talykh

*Ph. D. in pedagogy, assistant professor, Petrozavodsk State University (Russian Federation),
ata77@mail.ru*

Received: 15 November 2023 / Accepted: 12 February 2024 / Published: 2 March 2024

Abstract: The article reports the results of studies assessing the quality of spruce and pine logs harvested using cut-to-length technology (chainsaw-forwarder and harvester-forwarder), for further processing to obtain high value added production (souvenirs, musical instruments, and learning games for children). The manufacture of such products is one of the promising areas focused on advance wood processing. The wood must be ecologically clean and of high quality. Also any surface imperfections should be avoided at the stage of timber harvesting in the forest. Due to some Karelian logging enterprises appeals the research was performed to assess the quality of spruce and pine logs for further supply for manufacturing high value added production. The research was performed in the winter and summer seasons in the forest. The main defects of the logs, caused by the technology used were identified as well as their qualitative and quantitative level for summer and winter conditions. The research has shown that the common defects of logs in the technologies studied are mechanical damage (breakouts, raised grains of timber, saw damages) and processing defects (snags, splitting, splints, shakes). All these defects significantly reduce the quality of spruce and pine logs for further processing and lead to the loss of valuable material for manufacturing products with high added value. Thus, organizational and technological solutions have been proposed to reduce the culling level of log defects. The proposed solutions make it possible to achieve a positive effect from the rational use of raw materials in

manufacturing wood products with increased added value. Harvester and forwarder operators must meet the regulations while maintaining the mechanisms of technological equipment, and the harvester head used must provide high forces and pulling speeds. Loggers and forest machine operators must be trained to assure the quality of timber.

Keywords: spruce and pine logs; logging technologies; wood quality; souvenirs; musical instruments; learning games

1. Введение

В условиях сокращения экспорта одним из перспективных направлений, связанных с углублённой переработкой древесины для нужд внутреннего рынка, является производство продукции с повышенной добавленной стоимостью [1]. Одними из видов такой продукции являются сувениры, музыкальные инструменты, развивающие игры для детей [2—3]. Так, например, стандарты для изготовления деревянных сувенирных изделий регламентированы ГОСТ Р 56071-2014; для производства игр из древесины для детей — ГОСТ Р 53906-2010. Такая продукция должна быть изготовлена из экологически чистой, качественной, бездефектной древесины и проходить соответствующую сертификацию и маркировку.

Типичным представителем сувенирных изделий — струнных щипковых музыкальных инструментов является кантеле — карело-финский музыкальный инструмент, родственник гуслям (фото 1). Корпус инструмента изготавливается из массива сосны. Верхняя дека выполняется из древесины ели, нижняя — из древесины сосны. Для изготовления корпуса и дек используются доски из хорошо высушенной древесины (влажность 8—10 %) радиального распила. Доски радиального распила наименее подвержены короблению. Также расположение волокон древесины при радиальном распиле оптимально для восприятия колебаний струн при игре на инструменте. Заготовки для дек могут быть как цельные, так и клеёные (из двух, трёх или четырёх частей). Дека должна иметь примерно одинаковую ширину годовичных слоёв, без дефектов (сучков, свилеватости и др.). На корпусе допускаются небольшие сросшиеся сучки (не более двух-трёх на всю заготовку). По возможности лучше исключить любые дефекты. Это обстоятельство следует учитывать уже на этапе заготовки древесины в лесу.



Фото 1. Музыкальный инструмент кантеле [фото авторов]

Photo 1. Musical instrument kantele

Развивающие игры-тренажёры из древесины широко используют в своей педагогической деятельности воспитатели, дефектологи, психологи, логопеды. На фото 2 представлена оригинальная конструкция развивающей игры-тренажёра вида «Кантеле-конструктор», которая позволяет обучающимся ознакомиться с конструктивными особенностями музыкального инструмента, выполнить сборку и разборку прототипа музыкального инструмента кантеле без использования клея. Корпус тренажёра может быть изготовлен из массива сосны (или ели).



Фото 2. Развивающая игра-тренажёр «Кантеле-конструктор» [2]

Photo 2. Learning game training apparatus «Kantele-constructor»

Стоимость пятиструнного кантеле на рынке продаж составляет более 10 тыс. руб. Стоимость подобного рода игр-тренажёров из древесины составляет от 5 тыс. руб.

Очевидно, что к исходному сырью для производства подобной продукции предъявляются повышенные требования. В этой связи уже на стадии лесозаготовок необходимо обеспечивать ряд условий по обеспечению надлежащего качества заготавливаемой древесины. Для производства указанной продукции в условиях Северо-Западного региона РФ целесообразно рассматривать сосновые, еловые сортименты, получаемые в подавляющем случае при использовании сортиментной заготовки леса [4—5], [12—13].

На качество сортиментов, поступающих с лесосеки для дальнейшей переработки (лесопильное производство), оказывают влияние две группы факторов [6], [8—9]:

- зависящие от природных и лесоводственных условий произрастания (почвы, климат, наличие вредителей леса, система ухода, антропогенное воздействие);
- обусловленные применяемой технологией и системой машин.

Соответственно сучковатость, наличие гнили, повреждения огнём зависят от условий произрастания и предыдущего воздействия. Во втором случае дефекты обусловлены технологическим воздействием и согласно нормативно-техническим документам, определяющим качество сортиментов [1—3], подразделяются на: механические

повреждения, загрязнения песком и глиной, несоответствие размеров сортиментов техническим требованиям предприятия.

К механическим повреждениям, возникающим в процессе заготовки, трелёвки, сортировки, штабелёвки и вывозки лесоматериалов, относятся сколы, отщепы и трещины, козырьки, скосы пропила, вырывы древесины ножами или вальцами харвестера, задиры, обдиры коры, случайные запилы, смятия грейферным захватом форвардера и др.

Ориентируясь на обеспечение высокого качества конечной продукции с высокой добавленной стоимостью, лесозаготовительные компании должны минимизировать потери древесины во время заготовки, что особенно актуально при переориентации рынков сбыта круглых лесоматериалов с экспортных поставок на внутренний рынок. В этой связи необходимо выявить и устранить причины технологических нарушений, снижающих качество заготавливаемых сортиментов.

По обращениям ряда лесозаготовительных предприятий Республики Карелия нами были проведены исследования по оценке качества еловых и сосновых сортиментов на предмет дальнейшей поставки для производства продукции с повышенной добавленной стоимостью.

2. Материалы и методы

Исследования проводились в зимний и летний сезоны на лесосеках при заготовке древесины системой машин харвестер — форвардер и бензопила — форвардер. Замеры заготовленных круглых лесоматериалов выполнялись по краям волока до их трелёвки форвардером (расположение сортиментов показано на фото 3) и после трелёвки на верхнем складе (фото 4).



а



б

Фото 3. Расположение сортиментов вдоль волока: *а* — заготовка системой машин харвестер — форвардер; *б* — заготовка системой машин бензопила — форвардер [фото авторов]

Photo 3. The location of logs at cutting area: **(a)** logging harvester-forwarder; **(b)** chainsaw-forwarder



Фото 4. Расположение сортиментов в штабелях на верхнем складе после трелёвки [фото авторов]

Photo 4. The arrangement of assortments in a stack near the road after forwarding

Количество обмеренных сортиментов равнялось трёмстам по ели и по сосне. Для оценки механических повреждений древесины использовались рекомендации ГОСТ 2140-81 и ГОСТ 2292-88. Измерения проводились по отработанной ранее методике, описанной в работах [7], [10] и [14]. В качестве измерительного инструмента использовались: прецизионный штангенциркуль с глубиномером, мерная лента, измерительная скоба торцов брёвен, угломер на передвижной планке. Загрязнения сортиментов почвой, влияющие в дальнейшем на качество распила, оценивались по ширине и длине сортиментов визуально с замером пятна загрязнения.

3. Результаты

По результатам исследований было установлено, что наиболее распространёнными в изученных технологиях являлись механические повреждения (вырыв, задир, запил) и дефекты обработки (сучья, скол, отщеп, трещина). Все из указанных дефектов (фото 5) существенно снижают качество сортиментов ели и сосны для дальнейшей переработки и ведут к потере ценного материала для создания продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Вырывы и задиры (фото 5а) оказались наиболее характерными дефектами для сортиментов, получаемых при заготовке леса харвестером. Для ели количество забракованных сортиментов составило 1,7 %, для сосны — 1,3 % в летних условиях. Для зимы данный показатель оказался чуть выше: соответственно 1,8 % и 1,4 %, что связано с обработкой мёрзлой древесины. В зимних условиях вальцы харвестера чаще пробуксовывали, повреждая древесину. Например, были выявлены остатки коры,

древесины и наледи на ошиповке вальцов. Особо отрицательный эффект (фото 5*б*) выявлен при затуплении сучкорезных ножей головки харвестера и изменении их формы режущей кромки при неверной заточке [11]. У операторов форвардера встречались нарушения при выполнении погрузочно-разгрузочных операций, приводящие к механическим повреждениям (вырыв, задир) от грейферного захвата на боковой поверхности сортимента (до 2 %).



a



б



в



г



д



е

Фото 5. Характерные дефекты сортиментов ели и сосны: *a* — вырыв, задир; *б* — запил; *в* — сучья; *г* — скол; *д* — отщеп (сквозная боковая трещина от торца); *е* — трещина [фото авторов]

Photo 5. Characteristic defects of spruce and pine logs: **(a)** breakouts, raised grains of timber; **(b)** saw damages; **(c)** snags; **(d)** splitting; **(e)** splint (an open side crack at the end of the log); **(f)** shake

Запилы (фото 5б), наоборот, оказались более характерным дефектом сортиментов, получаемых по технологии валки и раскряжёвки бензопилой; их значения для зимы и лета составили 2—2,3 %. Данный дефект, в основном, обусловлен невнимательностью или усталостью вальщика.

Сколы, отщепы и трещины (фото 5г, д, е) также характерны для технологии работы бензопилой и составляют 2,3—2,7 %. Они чаще встречаются на ели и преобладают в зимний период работы.

Дефектность при обрезке сучьев (фото 5в) практически отсутствует при использовании бензопил. Опытные вальщики проводят данную операцию качественно [7]. При обработке дерева харвестером на 1,7—2 % сосновых сортиментов были отмечены оставшиеся «пеньки» сучьев (фото 5в). Для ели этот показатель чуть выше — 1,8—2,2 %, особенно летом. Для снижения или полного исключения «пеньков» сучьев необходимо применять харвестерную головку с большим усилием протаскивания и скоростью подачи, а также систематически при обслуживании харвестера контролировать углы заточки сучкорезных ножей.

Несоответствие размеров сортиментов (максимального диаметра в комлевом торце и минимального диаметра в верхнем торце) требованиям контрактов лесозаготовителей не оказывает существенного негативного влияния на качество при дальнейшей переработке древесины [7].

Поскольку в сортиментной технологии по обследованным нами сортиментам загрязнения не превысили 15 % площади поверхности цилиндра сортимента и не более 50 % площади торца, то подобные результаты можно считать вполне удовлетворительными.

4. Обсуждение и заключение

При оценке качества заготовленных сортиментов по технологии бензопила — форвардер выявлено, что наиболее распространёнными дефектами являлись сколы, отщепы и трещины (3 %); были зафиксированы повреждения сортиментов бензопилой и грейферным захватом форвардера (2 %). Объём брака хвойных пиловочных брёвен в зимний сезон составил около 4 %, в летний — 3 %.

При использовании сортиментной технологии на основе харвестера, как в зимний, так и летний сезон, наиболее распространёнными оказались: сколы, отщепы, трещины при валке и раскряжёвке (2 %); вырывы и задиры, нанесённые протаскивающим механизмом харвестерной головки (2 %); не полностью срезанные сучья (2 %). Повреждения грейферным захватом форвардера были меньше, чем в предыдущей технологии (менее 1 %). Скорее всего, это объясняется более компактным размещением сортиментов в кучи после работы харвестера, что исключает необходимость повторных перехватов.

В том случае, когда операторами харвестеров выполнялись все требования и инструкции, объём брака при использовании сортиментной механизированной технологии хвойных пиловочных брёвен составляет менее 3 %, вне зависимости от сезона.

В этой связи операторам машин следует рекомендовать своевременно по регламентам обслуживать технологическое оборудование: выполнять регулировку сучкорезно-протаскивающего механизма харвестерной головки, заточку сучкорезных ножей, очистку валцов от внедрившихся остатков коры и древесины. Применяемая харвестерная головка должна обеспечивать высокие усилия (30 кН) и рабочие скорости протаскивания (3—4 м/с).

Вальщики и операторы лесосечных машин должны проходить обязательное обучение по обеспечению качества лесоматериалов для поставки на предприятия, производящие продукцию с высокой добавленной стоимостью.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 075-03-2023-128).

Список литературы

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 г. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 20.09.2018 № 1989-р.
2. *Талых А. А.* Из опыта проектирования и изготовления народных музыкальных инструментов — кантеле в вузе // Проблемы современного педагогического образования. Ялта, 2017. № 54-3. С. 198—205.
3. *Талых А. А., Кемпи К. Д., Терентьев К. Ю.* Разработка оригинальных комплектов развивающих игр-тренажёров и специфика их использования в дошкольных образовательных учреждениях // Актуальные проблемы педагогики и психологии: вызовы XXI века: Сб. науч. тр. Москва: Перспектива, 2023. Вып. 7. С. 449—454.
4. Заготовка древесины по сортиментной технологии: Рекомендации по расчёту затрат / Ю. Ю. Герасимов, К. К. Демин, В. А. Ананьев [и др.] // Журнал лесопромышленного комплекса России PRO. 2004. № 3. С. 6—11.
5. *Селиверстов А. А., Коновалов А. П., Сюнёв В. С.* Себестоимость механизированной сортиментной технологии в условиях Республики Карелия // Лес и бизнес. 2006. № 9. С. 54—59.
6. *Селиверстов А. А., Симонова И. В.* Сохранение геометрии формы элементов рабочих органов лесных машин как ресурсосберегающий фактор // Воронежский научно-технический вестник. Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2014. № 4 (10). С. 116—120.
7. Сравнение технологий лесосечных работ в лесозаготовительных компаниях Республики Карелия / Ю. Ю. Герасимов, В. С. Сюнёв, А. П. Соколов [и др.]. Йёнсуу: Изд-во НИИ леса Финляндии (METLA), 2008. 126 с.
8. *Adebayo A. B., Han H. S., Johnson L.* Productivity and cost of cut-to-length and whole-tree harvesting in a mixed-conifer stand. // For. Prod. J. 2007. No. 57. P. 59—69.
9. Wood harvesting and logistics in Russia — focus on research and business opportunities. Final report of the research project / T. Karjalainen, Yu. Yu. Gerasimov, V. Golcev [et al.] // Working Papers of the Finnish Forest Research Institute. 2011. No. 210. P. 1—160.

10. Comparison of Wood Harvesting Methods in the Republic of Karelia / Yu. Yu. Gerasimov, V. S. Syunev, A. P. Sokolov [et al.] // Working Papers of the Finnish Forest Research Institute. 2009. No. 120. P. 117.
11. Gerasimov Yu. Yu., Seliverstov A. A., Syunev V. S. Industrial Round-Wood Damage and Operational Efficiency Losses Associated with the Maintenance of a Single-Grip Harvester Head Model: A Case Study in Russia // Forests. 2012. P. 864—880.
12. Gerasimov Y., Seliverstov A. Industrial round-wood losses associated with the harvesting systems in Russia // Croat. J. For. Eng. 2010. No. 31. P. 111—126.
13. Northwest Russian Forest Sector in a Nutshell / S. Karvinen, E. Väliky, Y. Gerasimov [et al.]. Helsinki: Finnish Forest Research Institute (METLA), 2011.
14. Operational efficiency and damage to sawlogs by feed rollers of the harvester head / Y. Nuutinen, K. Väätäinen, A. Asikainen [et al.] // Silva Fennica. 2010. Vol. 44, no. 1. P. 121—139.

References

1. Strategy for the development of the forestry complex of the Russian Federation until 2030. Order of the Government of the Russian Federation. 20.09.2018 No. 1989-p. (In Russ.).
2. Talykh A. A. From the experience of designing and manufacturing folk musical instruments-kantele at a university. *Problems of modern pedagogical education*. Yalta, 2017, no. 54-3, pp. 198—205. (In Russ.).
3. Talykh A. A., Kempfi K. D., Terent'yev K. Y. Development of original sets of educational games-simulators and the specifics of their use in preschool educational institutions. *Current problems of pedagogy and psychology: challenges of the 21st century: collection of scientific works*. Moscow, Perspective, 2023, issue 7, pp. 449—454. (In Russ.).
4. Gerasimov Yu. Yu., Demin K. K., Anan'yev V. A., Syunev V. S. Wood harvesting using cut-to-length technology: Recommendations for cost calculation. *Journal of the Russian timber industry PRO*, 2004, no. 3, pp. 6—11. (In Russ.).
5. Seliverstov A. A., Konovalov A. P., Syunev V. S. Cost of machine-assisted cut-to-length technology in the conditions of the Republic of Karelia. *Forest and business*, 2006, no. 9, pp. 54—59. (In Russ.).
6. Seliverstov A. A., Simonova I. V. Preservation of the geometry of the shape of elements of working bodies of forestry machines as a resource-saving factor. *Voronezh scientific and technical bulletin*. Voronezh, Voronezh State Forestry Academy, 2014, no. 4 (10), pp. 116—120. (In Russ.).
7. Gerasimov Yu. Yu., Syunev V. S., Sokolov A. P., Seliverstov A. A., Katarov V. K., Konovalov A. P., Karvinen S., Väliky E. *Comparison of logging technologies in logging companies of the Republic of Karelia*. Joensuu, Publishing of the Finnish Forest Research Institute (METLA), 2008. 126 p. (In Russ.).
8. Adebayo A. B., Han H. S., Johnson L. Productivity and cost of cut-to-length and whole-tree harvesting in a mixed-conifer stand. *For. Prod. J.*, 2007, no. 57, pp. 59—69.
9. Karjalainen T., Gerasimov Yu. Yu., Golcev V., Syunev V. S., Sokolov A. P., Karvinen S., Leynönen T., Koponen M., Tolonen T., Dalin B., Havimo M., Katarov V. K., Lopatin E., Mönkönen P., Seliverstov A. A., Senkin V., Suhanov Yu. V., Trishkin M., Väliky E., Vyätyäinen K., Yutila L. Wood harvesting and logistics in Russia — focus on research and business opportunities. Final report of the research project. *Working Papers of the Finnish Forest Research Institute*, 2011, no. 210, pp. 1—160.

10. Gerasimov Yu. Yu., Syunev V. S., Sokolov A. P., Seliverstov A. A., Katarov V. K., Konovalov A. P., Karvinen S., Välkky E. Comparison of Wood Harvesting Methods in the Republic of Karelia. *Working Papers of the Finnish Forest Research Institute*, 2009, no. 120, 117 p.
11. Gerasimov Yu. Yu., Seliverstov A. A., Syunev V. S. Industrial Round-Wood Damage and Operational Efficiency Losses Associated with the Maintenance of a Single-Grip Harvester Head Model: A Case Study in Russia. *Forests*, 2012, pp. 864—880.
12. Gerasimov Y., Seliverstov A. Industrial round-wood losses associated with the harvesting systems in Russia. *Croat. J. For. Eng.*, 2010, no. 31, pp. 111—126.
13. Karvinen S., Välkky E., Gerasimov Y., Dobrovolsky A. *Northwest Russian Forest Sector in a Nutshell*. Helsinki, Finnish Forest Research Institute (METLA), 2011.
14. Nuutinen Y., Väättäin K., Asikainen A., Prinz R., Heinonen J. Operational efficiency and damage to sawlogs by feed rollers of the harvester head. *Silva Fennica*, 2010, vol. 44, no. 1, pp. 121—139.