

Библиографический список

1. Калашникова И.В., Мигалина С.В., Евстюгин А.С. Морфология листа и продукционные параметры берез в естественных и искусственных ценозах на золоотвале ТЭС // Биологическая рекультивация нарушенных земель: матер. X Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. – С. 132-138.
2. Тишкина Е.А. Биологические особенности ракитника русского *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask в Керженском заповеднике // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – №2 (59). – С. 153-159.
3. Соколов П.Д. Растительные ресурсы СССР. – Л.: Наука, 1987. – 326 с.
4. Тишкина Е.А., Абрамова Л.П. Состояние ценопопуляции лекарственного вида *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask в Уктусском лесопарке г. Екатеринбурга // Известия ОГАУ. – 2020. – № 3(83). – С. 132–137.

УДК 630*35

А. Ф. Уразова
(A. F. Urazova)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ЗАГОТОВКИ СОРТИМЕНТОВ ХАРВЕСТЕРОМ
(QUALITY ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS
OF HARVESTING BY THE HARVESTER)**

В связи с широким использованием комплекса машин харвестер – форвардер на лесозаготовках необходимо производить оценку качества заготовленных лесоматериалов. В статье представлена методика и результаты анализа качества сортиментов, полученных в результате заготовки березовых бревен для лущения системой машин харвестер – форвардер.

The widespread use of the complex of machines harvester–forwarder in logging requires assessing the quality of the harvested timber. The article presents the methodology and results of the analysis of the quality of assortments obtained as a result of harvesting birch logs for peeling by a system of harvester-forwarder machines.

В связи с расширением использования сортиментной технологии, при которой раскряжевка хлыстов производится харвестером непосредственно на делянке, необходима оценка качества заготовленных деловых сортиментов по группам исходя из размерно-качественных характеристик, предъявляемых к сортиментам потребителями, с учетом природно-производственных условий.

Требования к сырью, поступающему на лесоперерабатывающие предприятия, постоянно возрастают. Прежде всего к точности соответствия требованиям по длине и диаметру. У каждого лесозаготовительного предприятия эти требования прописаны в документе «Спецификация на сортименты». Согласно этому документу в компьютер харвестера забиваются длина и диаметры выпиливаемых сортиментов. Измерение длины отпиливаемого сортимента происходит при помощи импульсного датчика, который находится в блоке с подпружиненным зубчатым колесом и расположен в нижней части корпуса харвестерной головки. Хлыст протаскивается при помощи вальцов, и в это же время по хлысту прокатывается подпружиненное зубчатое колесо системы отмера длин. Колесо движется по всему стволу с учетом его сбежистости и кривизны. Диаметр сортимента измеряется с помощью датчика, установленного в кожухе на боковой стороне тяги [1].

Сцепление ухудшается в зимних условиях с замороженными и обледеневшими деревьями, что может приводить и к проскальзыванию измерительного элемента. Некорректная работа механизма отмера длин сортиментов может наблюдаться при работе с крупномерными мутовчатыми деревьями и с крупными сучьями, требующими возвратных перемещений харвестерного агрегата.

У деревьев с мутовчатым расположением сучьев или с крупными сучьями сила тяги вальцов иногда оказывается недостаточной. В этих случаях целесообразно метровое возвратно-поступательное движение для разгона и отделения сучьев с использованием инерции. При этом харвестерный агрегат неподвижен и находится над местом пакетирования сортиментов.

При обрезке сучьев с крупномерных деревьев используют способ, при котором дерево остается неподвижным (лежащим на каких-то микровозвышенностях рельефа или пачках сортиментов), а харвестерный агрегат манипулятором и протаскивающими вальцами перемещается вдоль ствола дерева.

Крупные деревья с густой кроной и толстыми сучьями требуют при обрезке сучьев сочетания вышеописанных способов, т. е. при неподвижно лежащем дереве требуются возвратно-поступательные движения харвестерного агрегата.

При раскряжевке ствола часто возникает необходимость откомлевки, которую можно рассматривать как составной элемент операции раскряжевки и которая должна выполняться во всех случаях после валки с подпиллом для выравнивания торца отпиливаемого сортимента. Откомлевку выполняют также для обнуления отметки на счетчике отмера длины при перезахвате хлыста.

При раскряжевке может возникать необходимость корректировки положения пилы относительно места пропила дополнительным включением протаскивающего механизма харвестерного агрегата в ту или иную сторону с целью тщательного отмера длины сортимента. При обрезке сучьев с неподвижного дерева перемещением харвестерного агрегата подачей манипулятора и протаскивающими вальцами точность отмера длин снижается и чаще требуется более продолжительная корректировка положения харвестерного агрегата [2].

Чтобы достичь высокой производительности, оператор харвестера должен быстро принимать решения по оптимальному использованию каждого раскряжеванного дерева.

В настоящее время на харвестерах применяются системы измерения и управления, которые осуществляют автоматическую оценку ствола во время того, как происходит очистка ствола от сучьев, и выбирают оптимальные места для распила, тем самым позволяя оператору сконцентрироваться на контроле за качеством древесины [3]. Из кабины харвестера оператор визуально оценивает комлевой торец, который отпиливается при наличии дефектов или гнили.

Оптимальность раскряжевки определяется объемным выходом деловой древесины и суммарной стоимостью заготовленных сортиментов.

Таким образом, выход качественной деловой древесины, которая является наиболее дорогой продукцией для лесозаготовительного производства, напрямую зависит от точности измерения длины отпиливаемых сортиментов.

Методика исследования. Оценка качества технологического процесса (ТП) производится в тех случаях, когда высок уровень дефектности продукции, при замене и капитальном ремонте оборудования, а также при намерении ввести статистическое регулирование ТП [4].

Целью исследования является установление фактического уровня дефектности круглых лесоматериалов на основе статистического анализа показателей качества, а также выявление факторов, ведущих к появлению брака, определение уровней и пределов изменения факторов ТП, при которых отслеживается допустимый уровень дефектности. Большая часть этих факторов является неуправляемыми. По этой причине выходной параметр – длина бревна – оказывается случайной величиной. Отклонения длин

бревен X_i от номинала $X_{ном}$ могут превышать допустимые значения. В связи с этим возникает необходимость в решении задачи по оценке качества рассматриваемого технологического процесса.

Исследованию точности раскряжевки предшествует анализ факторов технологического процесса. Его целью является установление тех факторов, влияние которых на рассматриваемый показатель качества (ПК) – длину лесоматериалов – является доминирующим.

Для оценки качества раскряжевки хлыстов были проведены экспериментальные исследования длины сортиментов при валке и раскряжевке харвестером березового фанерного сырья, имеющего по спецификации сортиментов размер $T_c = 3,305$ м с припуском по длине согласно спецификации $T_n = 3,26$ м и $T_b = 3,35$ м.

Порядок операций оценки качества технологического процесса:

1) обмер длин отобранных бревен, результаты оформляются в виде таблицы;

2) исключение грубых ошибок из результатов измерений длины;

3) определение величины размаха по формуле $R = X_{max} - X_{min}$, где X_{max} и X_{min} – соответственно максимальная и минимальная величины длины;

4) по формуле Стерджесса $K = 1 + 33 \lg n$ находится число интервалов K , где n – объем выборки после исключения грубых ошибок;

5) определяют количество значений X , попавших в каждый из интервалов, т.е. эмпирическую частоту m ;

6) построение гистограммы и полигона частот выборки по признаку X : по оси абсцисс, на которой разбит размах R , откладывают значения интервалов, а по оси ординат – эмпирическую m (частот $m:n$);

7) проверяют гипотезу о нормальном распределении ПК X_i ;

8) рассчитывают показатели рассеивания K_p и показатели настройки K_n . По величине показателей K_p и K_n делают предварительный вывод о точности ТП;

9) рассчитывают вероятную долю дефектной продукции P и делают окончательный вывод об оценке ТП;

10) принимают технические, технологические и управленческие решения (если доля дефектной продукции превышает норму) с целью обеспечения требуемой точности ТП.

Результаты исследования. С целью исследования точности технологического процесса из общего количества сортиментов на делянке отобрали партию из $n = 50$ бревен фанерного кряжа и произвели обмер длин рулеткой ценой деления 0,1 см согласно ГОСТ 2292-88, результат измерений, м, приведен далее.

3,29	3,30	3,30	3,29	3,33	3,34	3,33	3,29	3,27	3,30
3,31	3,33	3,35	3,35	3,34	3,33	3,28	3,32	3,28	3,34
3,33	3,30	3,31	3,28	3,34	3,30	3,35	3,36	3,35	3,29
3,30	3,30	3,35	3,30	3,34	3,33	3,35	3,34	3,32	3,31
3,31	3,34	3,35	3,33	3,34	3,30	3,31	3,30	3,33	3,35

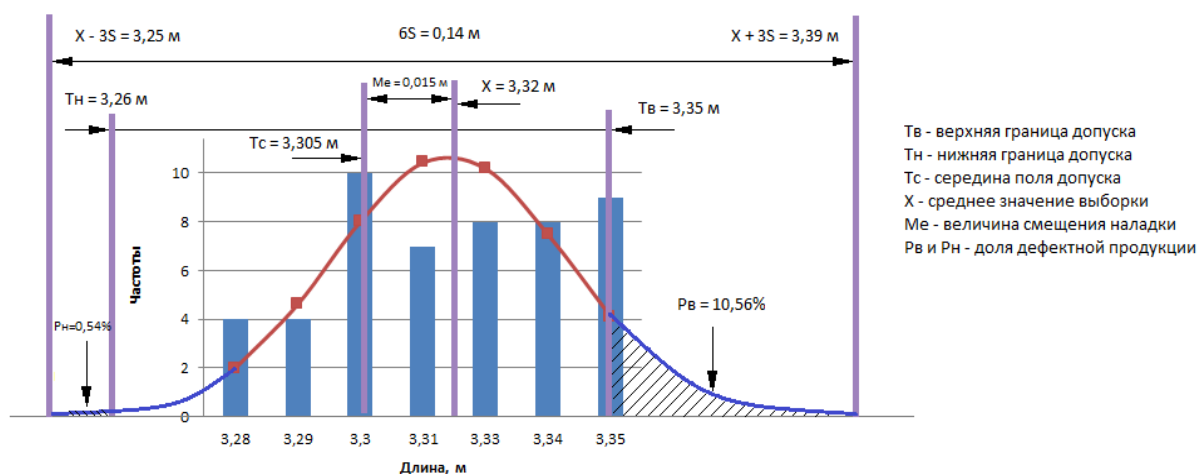
Статистическая оценка качества КЛМ показала, что при раскряжке выявляются систематические ошибки (смещение наладки оборудования) и случайные (рассеивание значений длины фанерного кряжа относительно среднего арифметического).

По результатам была построена гистограмма (рисунок), на которой отображены статистические характеристики показателей качества КЛМ. На гистограмме видно, что 10,56 % бревен фанерного кряжа не соответствуют размерам по длине в большую сторону. Из этого следует, что происходит перерасход сырья по объему. Снижение доли дефектной продукции P за счет ликвидации смещения наладки – первое, что необходимо сделать после обнаружения брака. После того как наладили оборудование, доля дефектной продукции снизилась до 5,8 %.

Также в ходе замеров производился визуальный осмотр выпиленных сортиментов. После раскряжки наблюдались механические повреждения: вырывы и задиры, обдир коры; дефекты обработки (не полностью срезанные сучья, сколы, отщепы и трещины) и загрязнение почвой.

Выводы. Анализ полученных результатов показывает, что сортиментный метод может обеспечить высокое качество заготавливаемой древесины (доля брака меньше 6 % от исследованных сортиментов).

Очевидно, для снижения потерь деловой древесины необходимо, чтобы установленная харвестерная головка соответствовала как базовой машине, так и условиям лесосеки (породный состав, размер деревьев).



Гистограмма результатов исследования длины фанерного кряжа

Для обеспечения выпуска качественной продукции должна функционировать система технического контроля, включающая:

- калибровку систем измерения: при переезде на другую лесосеку, при вводе машины в эксплуатацию и после ремонта;
- стимулирование заготовки целевых сортиментов без повреждений;
- регулярное техническое обслуживание оборудования (настройка сучкорезных и протягивающих механизмов харвестерных головок, заточка сучкорезных ножей, очистка вальцов от коры и древесины и т.д.);
- проведение практических занятий с операторами (ознакомление с сортиментным планом при разработке лесосеки и требованиям к показателям их качества).

Статья написана в соответствии с проектом тематики научных исследований, включаемых в планы научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, РАН. Тема: «Экологические аспекты рационального природопользования». Код научной темы FEUG-2020-0013.

Библиографический список

1. Козлов К.В. Оценка выхода деловой древесины при харвестерной заготовке// Актуальные вопросы управления, экономики и права. Наука на современном этапе: вопросы, достижения, инновации: матер. V Междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 15–21.
2. Сортиментная заготовка древесины: учебное пособие / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, С.В. Залесов, А.В. Мехренцев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 140 с.
3. Газеева Е.А., Уразова А.Ф. Классификация харвестеров и форвардеров// Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: тр. IX Междунар. евразийского симпозиума / под науч. ред. В.Г. Новоселова. – Екатеринбург. – 2014. – С. 60–65.
4. Уразова А.Ф., Васильев Н.Л. Управление качеством продукции в лесном комплексе: учеб. пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 110 с.