

## Условия труда на основных видах работ, выполняемых с помощью бензопил на лесозаготовках<sup>1</sup>

А. П. Соколов<sup>2</sup>

*Петрозаводский государственный университет*

### АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты оценки и анализа условий труда на основных видах лесозаготовительных работ, выполняемых с помощью бензопил. Были выполнены измерения шумовых, вибрационных и других характеристик, а также проведен опрос рабочих в отношении организации, условий и безопасности их труда.

**Ключевые слова:** условия труда, безопасность, эргономика, технология лесозаготовок, ручной мотоинструмент.

### SUMMARY

The basic results of estimation and analysis of harvesting work conditions implementing with chainsaw are given in this article. The noise and vibration parameters were measured. The questionnaire of workers concerning work organization, conditions and safety was fulfilled.

**Keywords:** work conditions, safety, ergonomics, harvesting technology, hand motor tools.

### ВВЕДЕНИЕ

Сегодняшнее состояние российской лесозаготовительной промышленности, наряду с прочими особенностями, характеризуется большим разнообразием технологий, применяемых на лесосеках. В настоящее время широко используются как традиционные для России хлыстовая технология и технология с трелевкой целых деревьев, базирующиеся на отечественных системах машин, так и различные варианты технологий, пришедших к нам с Запада вместе с импортными системами машин (сортиментная технология, технология ВПМ + скиддер и т. п.). Например, доля объема древесины, заготавливаемой с использованием скандинавской технологии, во многих регионах уже достигла, а в некоторых и превысила 50%. Республика Карелия занимает ведущее место в использовании этой технологии, доля которой здесь, по данным 2006 года составляет, 66,2 % [3].

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках международного проектов TACIS «Сравнение методов лесозаготовок – влияние технологий на качество древесины, производительность труда и себестоимость продукции в лесозаготовительных компаниях» (контракт №2006/124-058) и ТЕКЕС «Лесозаготовки и логистика в России – в фокусе возможности деловой и исследовательской деятельности»

<sup>2</sup> Автор – доцент кафедры тяговых машин

© Соколов А. П., 2008

Таким образом, с одной стороны, становится возможным подобрать наиболее подходящую технологию для конкретных природно-производственных условий и возможностей лесозаготовителя, с другой же стороны этот выбор не всегда оказывается самоочевидным – появляется необходимость в более глубоком анализе особенностей каждой технологии для обоснования принимаемых решений по использованию того или иного варианта технологии.

Основными критериями для сравнения технологий лесозаготовок являются производительность, качество продукции, диапазон подходящих природно-производственных условий, уровень негативного воздействия машин на лесную среду. В этот список, несомненно, следует включить также критерий, связанный с условиями и тяжестью труда рабочих.

Оценке тяжести труда при использовании различных технологий было посвящено исследование, выполненное в рамках международного проекта TACIS «Сравнение методов лесозаготовок – влияние технологий на качество древесины, производительность труда и себестоимость продукции в лесозаготовительных компаниях» (контракт №2006/124-058).

Как было отмечено выше, в России все еще достаточно широко применяются лесозаготовительные технологии, в которых используются ручная валка и разделка деревьев с помощью бензопил. Поэтому для оценки этих технологий и сравнения их с другими необходимо, в числе прочего, оценить условия труда при работе с бензопилой на различных лесозаготовительных операциях.

Условия труда вальщика определяются большим количеством факторов, которые можно условно объединить в следующие пять групп [4]:

- совершенство технического средства (мотоинструмента);
- напряженность работы;
- обитаемость рабочего места;
- система формирования и поддержания работоспособности;
- технико-эстетическое совершенство.

Далеко не все факторы поддаются непосредственному измерению. По этой причине в описываемой работе наряду с измерениями выполнялось также анкетирование рабочих, в ходе которого они давали свои оценки большому количеству параметров рабочей среды.

Основными параметрами рабочей среды вальщика, которые могут быть измерены непосредственно, являются температура, шум, вибрация, временные параметры рабочего цикла. Кроме того, могут также измеряться показатели функционального состояния организма (давление крови, частота сердечбиений, дыхательная активность, температура тела и др.) [1, 2, 4, 5, 8].

В настоящей работе все измерения и опросы выполнялись непосредственно на лесосеках с минимальным отрывом рабочих от выполнения ими своих обязанностей, поэтому физиологические параметры организма не измерялись. Не измерялась также и температура на рабочем месте, т. к. она является показателем окружающей среды и не зависит от состояния рабочего и технического совершенства оборудования.

Таким образом, измерялись только шумовая и вибрационная нагрузка и временные параметры рабочего цикла. Данные по остальным факторам рабочей среды были получены путем опросов.

Полевые исследования были проведены на 23 делянках, принадлежащих 10 лесозаготовительным предприятиям Республики Карелия. Были измерены параметры бензопил моделей Husqvarna 254XP и Husqvarna 262.

Для измерений использовались переносные портативные виброметр VibroVision и шумомер DT-8820 (рис. 1). Для анализа временных параметров цикла, а также поз тела при работе выполнялась видеосъемка процесса выполнения всех операций с участием бензопил в составе различных технологий лесозаготовок.



Рис. 1. Измерительные приборы: а – шумомер; б – виброметр

Были рассмотрены следующие виды работ:

- валка;
- обрезка сучьев;
- валка с последующими обрезкой сучьев и раскряжевкой;
- раскряжевка в штабеле.

#### ВАЛКА ПИЛОЙ HUSQVARNA 254XP

Для определения средневзвешенных параметров звукового давления и вибрации для каждого вида работ определялись доля времени работы пилы на оборотах и доля холостого хода. При валке доля времени работы на оборотах составила 53% (рис. 2 а).

Доля времени нахождения в неудобных позах при валке бензопилой Husqvarna 254XP составила 55 % от

общего времени работы (рис. 2 б). Это самое большое значение во всех рассмотренных видах работ. Неудобная поза характеризуется наклоном корпуса вперед на большие углы, опорой на полусогнутые ноги (рис. 3а, б), иногда к этому еще добавляется поворот корпуса и головы для наблюдения за деревом (рис. 3в).



Рис. 2. Распределение времени при валке бензопилой Husqvarna 254XP



а



б



в

Рис. 3. Неудобные позы при валке бензопилой Husqvarna 254XP

Средневзвешенное звуковое давление составило 83 dB (минимальное 71 dB максимальное 106 dB).

Нормы по уровню шума на рабочем месте будут выполняться в данном случае только при использовании вальщиком защитных наушников в данном случае тоже очень желательно.

Средневзвешенное виброускорение составило 7,56 м/с<sup>2</sup> на правой руке и 10,69 м/с<sup>2</sup> – на левой. По ГОСТ 12.1.012-90 определялось суммарное допустимое время воздействия вибрации на работающего за смену [6]:

$$T_n = n \cdot \left[ \frac{480^2}{10^{0,1\Delta}} \cdot \frac{\tau}{n^2} \right]^{1/3},$$

где  $n$  – число вибрационных циклов в смену;  
 $\Delta$  – показатель превышения вибрационной нагрузки на оператора;  
 $\tau$  – длительность вибрационного цикла.

Соотношение действительного среднего времени воздействия вибрации на валке по данным измерений и нормативного значения, рассчитанного по приведенной формуле, показано на рисунке 4.



Рис. 4. Действительное и нормативное суммарное время воздействия вибрации при валке бензопилой Husqvarna 254XP

Таким образом, можно сделать вывод о том, что требования ГОСТ на вибрационную безопасность при работе пилой Husqvarna 254XP на валке не выполняются. Допустимое время воздействия вибрации составляет 197 мин, тогда как реальное значение этого параметра составляет в среднем 264 мин.

### ВАЛКА ПИЛОЙ HUSQVARNA 262

Благодаря тому, что бензопила Husqvarna 262 оснащена рукоятками, подобно отечественным пилам Урал и Дружба, доля времени нахождения в неудобных позах составляет всего 14% от общего времени работы (рис. 5). Характер неудобных поз также в целом не такой экстремальный, как в предыдущем случае (рис. 6).

Средневзвешенное звуковое давление здесь оказалось также меньше за счет большего удаления пилы от органов слуха вальщика. Оно составило 73 dB (минимальное 70 dB, максимальное 89 dB). Использо-

вание вальщиком защитных наушников в данном случае тоже очень желательно.

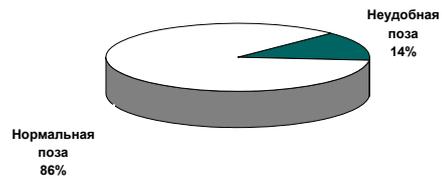


Рис. 5. Распределение времени при валке бензопилой Husqvarna 262



а



б

Рис. 6. Неудобные позы при валке бензопилой Husqvarna 262

Средневзвешенное виброускорение составило 4,54 м/с<sup>2</sup> на правой руке и 8,14 м/с<sup>2</sup> – на левой, что также меньше, чем при работе пилой Husqvarna 254XP.

Соотношение действительного среднего времени воздействия вибрации на валке по данным измерений и нормативного значения, показано на рисунке 7.

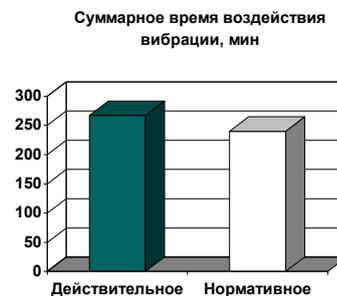


Рис. 7. Действительное и нормативное суммарное время воздействия вибрации при валке бензопилой Husqvarna 262

Таким образом, требования ГОСТ на вибрационную безопасность при работе пилой Husqvarna 262 на валке также не выполняются. Допустимое время воздействия вибрации составляет 240 мин.

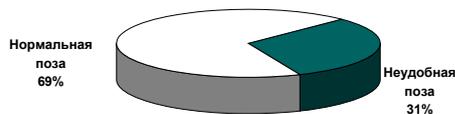
#### ОБРЕЗКА СУЧЬЕВ ПИЛОЙ HUSQVARNA 254XP

При обрезке сучьев доля времени работы на оборотах составила 66 % (рис. 8а). Доля времени нахождения в неудобных позах составляет здесь 31 % (рис. 8б). Неудобная поза характеризуется наклоном корпуса вперед на большие углы, опорой на полусогнутые ноги (рис. 9). Часто приходится опираться только на одну ногу, стоять неустойчиво на стволе дерева, ветвях и т. п.

Средневзвешенное звуковое давление здесь составило 92 дВ. Это самое большое значение среди рассмотренных операций. Оно вызвано наибольшей долей времени, приходящейся на высокие обороты двигателя пилы (66 %). Использование вальщиком защитных наушников в данном случае обязательно.



а



б

Рис. 8. Распределение времени при обрезке сучьев бензопилой Husqvarna 254XP



Рис. 9. Неудобные позы при обрезке сучьев бензопилой Husqvarna 254XP

Средневзвешенное виброускорение составило 10,1 м/с<sup>2</sup> на правой руке и 11,9 м/с<sup>2</sup> – на левой, что также больше, чем при всех других видах работ.

Соотношение действительного среднего времени воздействия вибрации на валке по данным измерений и нормативного значения, показано на рисунке 10.

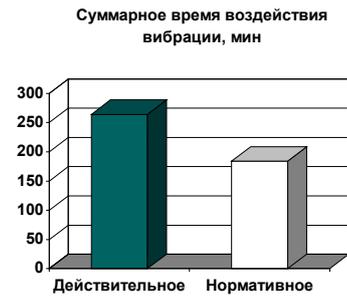


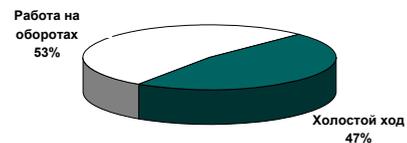
Рис. 10. Действительное и нормативное суммарное время воздействия вибрации при обрезке сучьев бензопилой Husqvarna 254XP

Допустимое время воздействия вибрации принимает здесь наименьшее значение и составляет всего 184 мин.

#### ВАЛКА – ОБРЕЗКА СУЧЬЕВ – РАСКРЯЖЕВКА ПИЛОЙ HUSQVARNA 254XP

Данный вид работ характеризуется тем, что здесь работающий выполняет поочередно три различные операции. Сначала он дерево валит. Потом обрезает с него сучья. И наконец раскряжевывает его на сортименты.

Доля времени работы на оборотах здесь 53 % (рис. 11а). Доля времени нахождения в неудобных позах составляет 27 % (рис. 11б).



а



б

Рис. 11. Распределение времени при выполнении валки – обрезки сучьев – раскряжевке бензопилой Husqvarna 254XP

Средневзвешенное звуковое давление составило 87 дВ. Средневзвешенное виброускорение составило 7,9 м/с<sup>2</sup> на правой руке и 11,2 м/с<sup>2</sup> – на левой.

Соотношение действительного среднего времени воздействия вибрации на валке по данным измерений и нормативного значения, показано на рисунке 12.

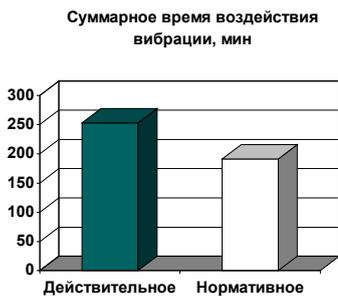


Рис. 12. Действительное и нормативное суммарное время воздействия вибрации при выполнении валки – обрезки сучьев – раскряжевки бензопилой Husqvarna 254XP

Допустимое время воздействия вибрации составляет 191 мин, при реальном измеренном значении 253 мин.

**СРАВНЕНИЕ РАССМОТРЕННЫХ ВИДОВ РАБОТ**

Сравнительные диаграммы, представленные на рисунках 13-16, позволяют заключить, что наиболее тяжелые по критериям шума и вибрации условия работы имеют место при обрезке сучьев. Валка универсальной пилой и составной вид работ (валка – обрезка сучьев – раскряжевка) имеют примерно одинаковые значения этих показателей. Лучшие же условия по всем рассмотренным показателям достигаются при выполнении валки бензопилой Husqvarna 262.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСОВ**

В ходе опросов рабочим предлагались анкеты, в которых они по шестибальной шкале оценивали 34 фактора, оказывающие влияние на условия работы и безопасность. Чем выше значение оценки, тем благоприятнее условия.

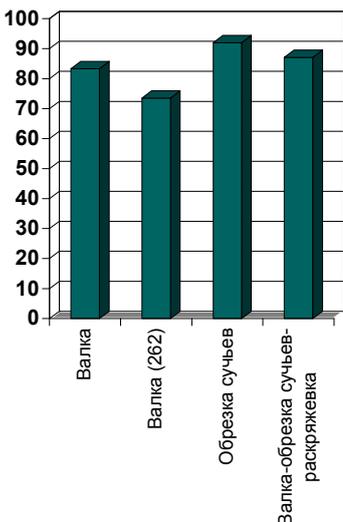


Рис. 13. Средневзвешенное звуковое давление, dB

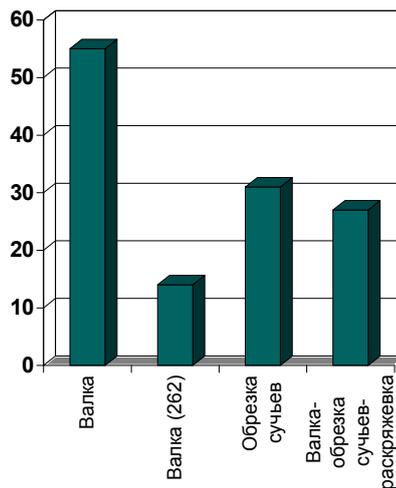


Рис. 14. Доля времени нахождения в неудобных позах, %

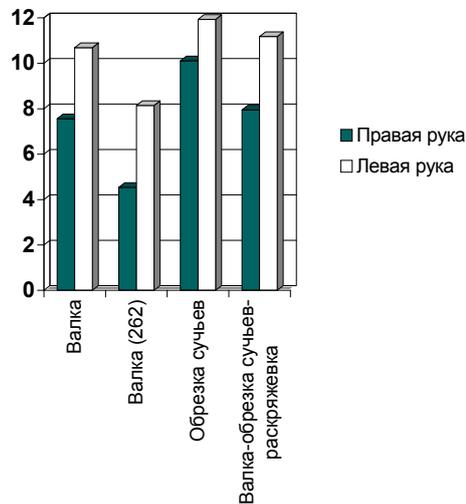


Рис. 15. Средневзвешенное виброускорение, м/с²

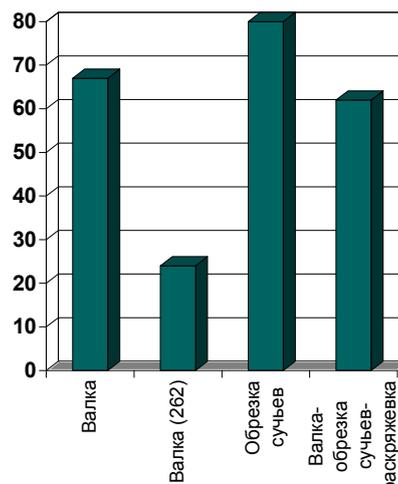


Рис. 16. Превышение среднего времени воздействия вибрации над нормативным значением, мин

Затем значения каждой оценки были усреднены, а также с помощью аддитивных функций были вычислены значения ряда интегральных показателей. Таблица 1 содержит полученные результаты.

Таблица 1

## Результаты опросов

Оцениваемый параметр	Значение
1	2
<b>А. Совершенство технического средства (мотоинструмента)</b>	
1. Удобство управления мотоинструментом при выполнении операций	4,75
2. Удобство органов управления (расположение, прикладываемые усилия и т. п.)	4,75
3. Энерговооруженность (на сколько хватает мощности двигателя)	4
4. Совершенство общей конструкции мотоинструмента	3,88
5. Удобство позы тела во время работы	3,13
6. Обеспеченность средствами для обслуживания мотоинструмента	2,38
7. Оснащенность средствами обеспечения безопасности	3
8. Удобство обслуживания и ремонта мотоинструмента	4,25
<i>Интегральный показатель</i>	<i>3,81</i>
<b>Б. Напряженность работы</b>	
1. Степень напряженности работы при выполнении технологических операций (без учета простоев)	3,63
2. Степень загруженности (доля смены, затрачиваемая непосредственно на выполнение рабочих операций)	3,13
3. Степень снижения производительности в конце смены по причине накопившейся усталости	3,88
4. Степень снижения качества работы в конце смены по причине накопившейся усталости	4,5
5. Степень снижения точности выполнения операций в конце смены по причине накопившейся усталости	4,88
6. Насколько усталость способствует появлению ошибок в действиях	3,88
<i>Интегральный показатель</i>	<i>3,94</i>
<b>В. Обитаемость рабочего места</b>	
1. Удобство рабочей одежды	4,38
2. Степень обеспечения рабочей одеждой комфортной температуры летом	2,38
3. Степень обеспечения рабочей одеждой комфортной температуры зимой	2,38
4. Уровень шума	3,63
5. Степень вибрации	3,88
6. Объем выхлопных газов и пыли, которые окружают рабочее место во время работы	3
<i>Интегральный показатель</i>	<i>3,29</i>
<b>Г. Система формирования и поддержания работоспособности</b>	
1. Насколько хорошо организовано обучение Вашей специальности по месту Вашего обучения	3,5
2. Насколько тщательный отбор Вы прошли при поступлении на работу	3,38

Продолжение табл. 1

1	2
3. Насколько график Вашей работы и режим внутри смены позволяют восстановить свои силы	3,63
4. Степень усталости, как правило, накапливающейся к концу смены	3,63
5. Уровень негативных реакций организма, проявляющихся в конце смены (затекание конечностей, боли в мышцах, боль в спине, головная боль, резь в глазах, шум в ушах и т. п.)	3,5
6. Уровень заботы о состоянии Вашего здоровья на вашем предприятии (контроль состояния перед сменой, регулярные диспансеризации, прививки и т. п.)	1,63
7. Обеспеченность средствами экипировки	3,13
<i>Интегральный показатель</i>	<i>3,31</i>
<b>Д. Техничко-эстетическое совершенство</b>	
1. Эстетическое совершенство внешней формы мотоинструмента и приспособлений	3,25
2. Эстетическое совершенство рабочей одежды и экипировки	3,38
3. Рациональность формы мотоинструмента	3,13
4. Выразительность и декоративность мотоинструмента и его частей (цветовое решение, декоративные элементы (решетки, шильды-надписи, эмблемы и т. п.))	3,29
5. Выразительность и декоративность рабочей одежды	2,88
6. Качество изготовления мотоинструмента производителем	4,38
7. Качество изготовления рабочей одежды производителем	2,63
<i>Интегральный показатель</i>	<i>3,28</i>

Как можно заметить, большая часть оценок получила значения между 3 и 4, что примерно соответствует оценкам «удовлетворительно» – «хорошо». То же относится к пяти определенным интегральным показателям. Наименьшее значение получил фактор «Уровень заботы о состоянии Вашего здоровья на вашем предприятии». Кроме того, оценки меньше 3 получил ряд факторов, связанных с совершенством рабочей одежды и обеспеченностью средствами для ремонта мотоинструмента.

Полученные результаты позволяют сформулировать ряд выводов и рекомендаций, основными из которых можно признать следующие:

- Валку лучше всего осуществлять с помощью бензопил, оснащенных рукоятками подобно пиле Husqvarna 262.
- Работа с бензопилой должна осуществляться только при наличии шумозащитных наушников.
- Требования ГОСТ на вибронгруженность полностью не выполняются на всех рассмотренных видах работ кроме раскряжевки в штабелях. Приведение условий работы в соответствие с требованиями ГОСТ возможно путем дальнейшего совершенствования мотоинструмента в направлении увеличения степени гашения вибрации или путем уменьшения времени непосредственного воздействия вибрации в смене.

- Лесозаготовительным предприятиям следует, прежде всего, обратить внимание на качество рабочей одежды вальщиков [9], усилить работу по охране здоровья работников, улучшить экипировку.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов А. А. Основы эргономики: Учеб. пособие / А. А. Абрамов; МПС России, Рос. гос. открытый техн. ун-т путей сообщ. М.: РГОТУПС, 2001. 263 с.
2. Сенькин А. Ю. Техническая эстетика и эргономика: Словарь: Учеб. пособие для студентов всех спец. / А. Ю. Сенькин. М.: Изд-во МГУЛ, 1999. 64 с.
3. Сюнёв В. С., Селиверстов А. А. Развитие сортиментной технологии лесозаготовок и использование харвестеров в Республике Карелия / В. С. Сюнёв, А. А. Селиверстов // Лес и бизнес. СПб: Максибит, 2006. № 7. С. 58-61.
4. Фрумкин А. А. Методы и средства эргономического обеспечения проектирования / А. А. Фрумкин, Т. П. Зинченко, Л. В. Винокуров; М-во путей сообщ. Рос. Федерации, Петерб. гос. ун-т путей сообщ. СПб.: ПГУПС, 1999. 178 с.
5. Эргономика: Принципы и рекомендации: Методическое руководство. М.: ВНИИТЭ, 1983. 184 с.
6. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования.
7. ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности.
8. Cacha, Charles A. Ergonomics and safety in hand tool design / Charles A. Cacha, Ph. D. - Boca Raton etc.: Lewis, cop. 1999. 117 p.
9. Ergonomics of protective clothing: Proc. of NOKOBETEF 6 a. 1st Europ. conf. on protective clothing held in Stockholm, Sweden, May 7-10, 2000 / Kalev Kuklane a. Ingvar Holmér (Ed.). Stockholm: Arbetlivsinst., 2000. 313 p.