

УДК 504.06:534.83

Л.Н. Лузанова, В.А. Соколова, В.А. Марков, Г.К. Парфенопуло, Л.Г. Черных

**СНИЖЕНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

Санкт-Петербургский лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Цель работы – снижение шумовых характеристик до нормативных значений по СН 2.2.412.1.8.566-96 при проведении лесозаготовительных работ на трелевочном тракторе. Основные первичные источники шума на тракторах – это силовая установка с вспомогательными агрегатами, система всасывания, система выхлопа, трансмиссия и подвеска, взаимодействие между двигателем машины и поверхностью грунта (шум движения), потоки воздуха, обтекающие внешние контуры трактора (аэродинамический шум). Вторичным источником шума может быть сама кабина. В данной работе проводится исследование по снижению уровня шума в кабине оператора при применении средств индивидуальной и коллективной защиты. В качестве средства индивидуальной защиты были использованы наушники, а под средством коллективной защиты подразумевается внутренняя звукопоглощающая прослойка кабины. Результатом исследования явилось выявление таких средств защиты от шумового воздействия, которые в большей степени способны защитить оператора при проведении трелевочных работ от шумового воздействия.

Ключевые слова: шум, защита, звукопоглощение, транспортное средство.

Автомобильный транспорт сыграл огромную роль в формировании современного характера грузоперевозок и развития всех видов промышленности, в том числе и лесозаготовок. В то же время он вызвал и многие отрицательные явления, среди которых одним из главных факторов, влияющих на безопасность работы оператора, является уровень шумовой характеристики.

Наблюдается зависимость между числом жалоб и характером выполняемой работы. Данные опроса показывают, что беспокоящее действие шума в кабине транспортного средства отражается на производительности труда операторов, вызывает целый ряд болезней и зачастую влияет на безопасность людей. Постоянное воздействие сильного шума может не только отрицательно повлиять на слух, но и вызвать другие вредные последствия – звон в ушах, головокружение, головную боль, повышенную усталость. Следовательно, от уровня шума зависит производительность труда, процент дорожно-транспортных происшествий и тяжесть их последствий [1, 2].

В любой машине существует, как правило, несколько источников шума, однако определенная часть их доминирующая. Обычно эффективное снижение шума до среднего уровня получают при частичной ликвидации шума именно от этого ограниченного числа доминирующих источников. Например, если в машине имеется три источника шума с уровнями 72, 72 и 80 дБ, то доминирующим является источник, создающий шум уровнем 80 дБ, а общий уровень шума этой машины составит 81 дБ. Если уровень доминирующего источника шума уменьшить до 70 дБ, то общий уровень снизится до 76 дБ. Однако если дополнительной доработкой доминирующего источника уменьшить уровень его шума до 65 дБ, то общий уровень снизится на 1 дБ и составит 75 дБ. Таким образом, после снижения уровня шума доминирующего источника до среднего значения дальнейшее уменьшение уровня шума машины возможно только в результате обработки всех источников.

Основными источниками шума при проведении лесозаготовительных работ являются звук двигателя и ходовой части трактора, звуки, возникающие в ходе непосредственной валки деревьев, а также различные шумы, вызванные окружающей средой. Проведя анализ данных шумов, мы пришли к выводу, что большая часть вышеперечисленных звуков находится в частоте 1000 Гц. Вследствие этого необходимо произвести анализ звукопоглощающих устройств и средств, способных подавить или снизить воздействие шума на данной частоте.

В работе ставились следующие задачи: 1) выявить источники шума; 2) провести исследование шумовых характеристик с целью уменьшения их воздействия на человека.

Объектом исследования послужил шум в кабине трелевочного трактора ОНЕЖЕЦ 300.

Методика исследования. Исследования проводились в Ленинградской области при проведении лесозаготовительных работ на тракторе ОНЕЖЕЦ 300 (рис. 1).



Рис. 1. Трелевочный трактор ОНЕЖЕЦ 300

Для уменьшения уровня шума в кабине временно можно использовать средства индивидуальной защиты, но для постоянного гашения звукового давления требуются коллективные средства защиты. Под индивидуальным средством защиты, в настоящей работе подразумевается подбор наушников для шумопогашения при нормированной среднегеометрической частоте октавной полосы 1000 Гц, которые будут соответствовать данному уровню шума [3, 4], под коллективным средством защиты от шума – звукопоглощающая прослойка кабины.

Для объективного определения уровня шума, в работе, был использован портативный цифровой шумомер UNI-T UT353 (рис. 2). Диапазон измерений 30-130 дБ, диапазон частот 31.5 Hz – 8.5 KHz. Данный прибор предназначен для быстрого и мобильного измерения уровня акустического шума в диапазоне от 30 до 130 дБ. Прибор имеет простую и надежную конструкцию и предельно простое управление. Данные об уровне шума выводятся на большой контрастный жидкокристаллический дисплей с подсветкой. Результаты измерений и расчетов шумовых характеристик при трелевке леса представлены в табл. 1.



Рис. 2. Портативный шумомер UNI-T UT353

Требуемое снижение уровня определяется по следующей формуле:

$$L_{TP} = L - L_H, \text{ дБ} \quad (1)$$

где L – измеренные значения уровня шума, дБ;

L_H – нормированные значения уровней шума по ГОСТ 12.1.003-83, дБ.

Таблица 1

Результаты измерений и расчетов

№ позиции	Величина	Единица измерения	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц								Уровень звука, дБА
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	L - уровень звукового давления в октавных полосах	дБ	99	96	93	91	88	90	93	89	93
2	L_H -нормативные значения уровней шума (ГОСТ 12.1.003-83)	дБ	99	92	86	83	80	78	76	74	85
3	L_{TP} -требуемое снижение уровней шума	дБ	0	4	7	8	8	12	17	15	8
4	Тип противошума	Наушники ВЦНИИОТ-1									
5	$L_{СИЗ}$ -эффективность средств индивидуальной защиты	дБ	2	3	4	7	13	23	36	33	
6	Уровень шума при применении СИЗ	дБ	97	96	89	84	58	67	57	56	
7	Уровень шума после применения коллективного средства шумозащиты	дБ	83	75	65	58	50	57	60	47	60

Тип противошума выбирался по табл. 2.

Таблица 2

Выбор средства индивидуальной защиты

Тип противошума	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц								Акустическая эффективность средств индивидуальной защиты
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Наушники: ВЦНИИОТ-2М	4	7	11	14	22	35	45	38	дБ
ВЦНИИОТ-4М	1	2	4	5	16	25	36	28	дБ
ВЦНИИОТ-А1	3	10	14	16	17	36	36	34	дБ
ВЦНИИОТ-1	2	3	4	7	13	23	36	33	дБ
ВЦНИИОТ-7И	5	10	16	18	22	36	40	32	дБ
Шумозащитное оголовье ШЗО-1	7	12	18	30	31	34	38	34	дБ
Противошумная каска ВЦНИИОТ-2	4	7	11	14	22	35	45	38	дБ
Антифоны	5	10	10	10	13	24	29	25	дБ
Беруши	8	15	18	18	24	26	26	31	дБ
Гарнитур шумозащитный ГШ-1	13	20	22	25	27	27	37	37	дБ

Выбранные в соответствии с табл. 2 наушники ВЦНИИОТ-1, представлены на рис. 3.



Рис. 3. Противошумные наушники ВЦНИИОТ-1

Уровень шума в расчетной точке после введения мероприятия по звукопоглощению определяется по следующей формуле:

$$L_p = L - L_{Ш} \text{ , дБ} \quad (2)$$

где $L_{Ш}$ – акустический эффект шумозащиты (для средств индивидуальной защиты $L_{Ш} = L_{СИЗ}$), дБ.

Для проведения исследований коллективной шумоизоляции кабина трелевочного трактора ОНЕЖЕЦ 300 была оборудована акустическим войлоком. Выбор данного материала обусловлен отличным звукопоглощающим материалом для звукоизоляции, при котором, вся конструкция не утолщается, а также тем, что войлок изготавливается из полиэфирного (синтетического) волокна без добавления каких-либо клеящих составов, не содержит вредных веществ, в отличие от других средств шумоизоляции.

После проведения работ по шумоизоляции акустический эффект в кабине был существенно снижен, данные замеров представлены в табл. 3.

Таблица 3

Акустический эффект звукоизолирующей кабины

№ позиции	Величина	Единица измерения	Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	L- уровень звукового давления в октавных полосах	дБ	99	96	93	91	88	90	93	89
2	$L_{н}$ -нормативные значения уровней шума (ГОСТ 12.1.003-83)	дБ	99	92	86	83	80	78	76	74
3	S-площадь ограждений кабины	м ²	16,59							
4	V-постоянная кабины	м ³	0,23	0,22	0,2	0,23	0,29	0,41	0,62	0,73
5	S/V		72,13	75,41	82,95	72,13	57,21	40,46	26,76	22,73
6	10 lg S/V		18,58	18,72	19,19	18,58	17,57	16,07	14,27	13,57
7	$R_{тр.каб.}$ -требуемая звукоизолирующая способность реальной конструкции кабины	дБ	18,58	22,72	26,19	26,58	25,57	28,07	31,22	28,57
8	R_0 -звукоизолирующая способность реальной конструкции кабины	дБ	16	21	28	33	33	33	33	42
9	$L_{каб.}$ -уровень шума в кабине	дБ	83	75	65	58	55	57	60	

Площадь ограждения, через которые шум проникает в кабину, определяется по формуле

$$S = a * b + 2 * b * h + 28a * h, \text{ м}^2 \quad (3)$$

где a, b, h – соответственно длина, ширина и высота кабины, м.

Постоянная помещения рассчитывается по отношению:

$$B = B_{1000} * \mu, \text{ м}^2 \quad (4)$$

где B_{1000} – постоянная помещения, м^2 ; μ – частотный множитель.

Требуемая звукоизолирующая способность кабины определяется по формуле

$$R_{\text{тр.каб.}} = L + 10 * \lg \frac{S}{B} - L_H, \text{ дБ} \quad (5)$$

где L – уровень шума в расчетной точке до установки кабины, дБ;

L_H – допустимые значения уровней звукового давления, дБ.

По результатам расчетов принимаем материал звукоизолирующей кабины – металлопластик толщиной 20 мм. Результаты расчета занесены в таблицу 2.

Уровень шума в кабине находим по следующей формуле:

$$L_{\text{каб.}} = L - R_0, \text{ дБ} \quad (6)$$

где R_0 – звукоизолирующая способность реальной конструкции стен кабины, дБ.

Результаты исследований шумовых характеристик при использовании индивидуальных и коллективных средств защиты, а также с учетом уровней реального звука и нормативных его характеристик представлены в виде графика на рис. 4.

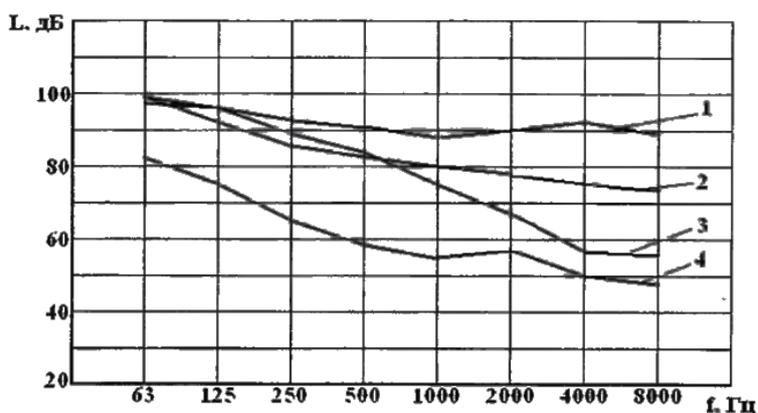


Рис. 4. Графическое представление результатов измерения:

- 1 – измеренные уровни звукового давления;
- 2 – нормативные значения уровня звукового давления;
- 3 – уровни звукового давления после применения индивидуального средства защиты;
- 4 – уровни звукового давления после применения коллективного средства защиты

На основании полученных данных можно сказать о том, что наиболее низкий уровень шума при измеренных значениях был получен при применении коллективного средства защиты, т. е., в диапазоне октавных частот от 63 до 8000 уровень звука при нормативном значении 80 дБ принимал наименьшее значение 50 дБ, тогда как при тех же нормированных значениях уровень шума при применении средств индивидуальной защиты составил 55 дБ.

В результате исследований и анализа экспериментальных данных было выявлено, что коллективные средства защиты в большей мере способны защитить оператора при проведении трелевочных работ от шумового воздействия.

Библиографический список

1. Борьба с шумом в городах / В.И. Белоусов, В.Г. Прутков, С. Азаис [и др.]; под ред. В.Г. Пруткова, С. Азаиса. – М.: Стройиздат, 1987.
2. ГОСТ 12.1.003-83*. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1983.
3. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. – М.: Изд-во стандартов, 1985.
4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки/Минздрав России. – М., 1996.

*Дата поступления
в редакцию: 09.10.2018*

L.N. Luzanova V.A. Sokolova, V.A. Markov, G.K. Parfenopulo, L.G. Chernykh

**DECREASE IN NOISE CHARACTERISTICS
WHEN CARRYING OUT LESOZAGOTO-VITELNYH OF WORKS
ON THE ONEZHETS 300 TRELEVOCHNY TRACTOR**

St. Petersburg timber university of S.M. Kirov

Purpose: Decrease in noise characteristics to standard values on CH 2.2.412.1.8.566-96 when carrying out logging works on the trelevochny tractor.

Design/methodology/approach: In any car exists, as a rule, several sources of noise, however a certain part them dominating. Usually effective noise reduction to the average level is received at partial elimination of noise from this limited number of the dominating sources. The main primary sources of noise on tractors the power plant with auxiliary units, the system of absorption, the system of an exhaust, transmission and a pendant, interaction between the propeller of the car and the surface of soil (noise of the movement), the air streams which are flowing round external contours of the tractor (aerodynamic noise). The cabin can be a secondary source of noise. In this work it is conducted researches on decrease in noise level in a cabin of the operator at application of means of individual and collective protection. As individual protection equipment earphones have been used, and means of collective protection is meant as an internal sound-absorbing layer of a cabin.

Conclusions: In this work, identification of such means of protection from noise influence which, are capable to protect the operator when carrying out trelevochny works from noise influence to a large extent was result of a research.

Key words: noise, protection, sound absorption, vehicle.