

И. Т. Хиникадзе

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШУМА, ГЕНЕРИРУЕМОГО ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Аннотация. В современном промышленном производстве сверлильные станки играют важную роль в обработке различных материалов. Установлено, что эксплуатация сверлильных станков сопровождается генерацией значительного уровня шума, который может негативно влиять на здоровье и работоспособность операторов, а также на окружающую среду. Выполнено исследование, направленное на изучение характеристик шума, генерируемого сверлильными станками, с целью разработки эффективных мер по снижению шумового воздействия. Приведены результаты экспериментальных исследований спектров шума сверлильных станков, проведенных при различных технологических нагрузках, что подтверждается теоретическими выводами о закономерностях формирования виброакустических характеристик станков. Определены основные источники шума и разработаны эффективные меры по снижению шумового воздействия. Реализация предложенных мер позволит улучшить условия труда операторов сверлильных станков и снизить негативное воздействие шума.

Ключевые слова: экспериментальные исследования, уровни шума, октавные уровни звукового давления, сверлильные станки.

Для цитирования: Хиникадзе, И. Т. Экспериментальные исследования шума, генерируемого при эксплуатации сверлильных станков / И. Т. Хиникадзе // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 2. – С. 106–113. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_2_106.

Введение

В современном промышленном производстве сверлильные станки занимают одно из основных мест, обеспечивая выполнение широкого спектра технологических операций. Однако наряду с высокой производительностью и точностью работа сверлильных станков сопровождается интенсивным шумовым воздействием, которое может оказывать негативное влияние на здоровье и работоспособность операторов, а также ухудшать акустическую обстановку в производственных помещениях. Поэтому изучение шумовых характеристик сверлильных станков является актуальной задачей, решение которой позволит разработать эффективные методы снижения шумового воздействия.

Методология проведения экспериментальных исследований

Для проведения экспериментальных исследований шумовых характеристик сверлильных станков была разработана методика, включающая в себя следующие этапы [1–4]:

Выбор объектов исследования. В качестве объектов исследования были выбраны несколько типов сверлильных станков, отличающихся по конструкции, мощности и назначению. Это позволило охватить широкий спектр оборудования, используемого в промышленности, и получить репрезентативные данные о шумовых характеристиках различных типов станков. Технические характеристики станков при сверлении отверстий различных диаметров на заготовках из серого чугуна приведены в табл. 1.

Определение точек измерения. Для объективной оценки шумового воздействия были выбраны точки измерения, расположенные в непосредственной близости от станка, в зоне рабочего места оператора и на некотором удалении от станка. Это позволило оценить распределение шума в пространстве и выявить зоны с максимальным уровнем шумового воздействия.

Используемое оборудование. Измерения уровня звукового давления проводились с использованием прецизионного шумомера, микрофонов с известными характеристиками. Для регистрации частотного спектра шума использовался анализатор спектра. Калибровка измерительного оборудования проводилась перед началом и после окончания каждой серии измерений. Особое внимание уделялось выбору сверл различного диаметра и материала заготовок, представляющих типичные условия эксплуатации сверлильных станков.

Таблица 1

Технические характеристики объектов исследования

Модель станка	Количество скоростей	Диапазон оборотов шпинделя, об/мин	Максимальный диаметр сверления, мм	Мощность электропривода, кВт
2М106П	7	1000 ÷ 8000	6	0,4
2М112	5	450 ÷ 4500	12	0,6
2Н118	9	180 ÷ 2800	18	0,6
2Н125Л	9	90 ÷ 1420	25	1,5
2Н125	12	45 ÷ 2920	25	2,2
2Н135	12	31 ÷ 1400	35	4
2Г 135	12	45 ÷ 2000	35	4
2Н150	12	22 ÷ 1000	50	7,5
2Г175	12	18 ÷ 800	75	11
2Г175М	12	22 ÷ 1000	75	11

Режим работы станков. Измерения проводились в различных режимах работы станков, включая холостой ход, сверление различных материалов (сталь, чугун, пластик) с различными режимами резания (скорость вращения шпинделя, подача). Это позволило оценить влияние параметров технологического процесса на уровень генерируемого шума.

Эксперименты проводились в условиях производственной эксплуатации сверлильных станков и включали в себя следующие этапы измерений:

- измерение уровней звука на холостом режиме и под нагрузкой;
- измерение спектрального состава шума наиболее шумных режимов холостого хода станка;
- измерение спектрального состава шума при сверлении в наиболее шумных рабочих режимах.

Обработка результатов измерений. Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием специализированного программного обеспечения. Рассчитывались средние значения уровня звукового давления, стандартное отклонение, частотные спектры шума. После завершения измерений проводилась обработка полученных данных, включающая в себя расчет средних значений уровня звукового давления, построение графиков и спектров шума. Был выполнен частотный анализ шума для выявления доминирующих частот и источников шума. Результаты анализа сравнивались с допустимыми уровнями шума, установленными нормативными документами. Проводился статистический анализ данных для оценки достоверности полученных результатов.

Результаты экспериментальных исследований

В результате проведенных экспериментальных исследований были получены следующие данные (табл. 2).

Таблица 2

Уровни звука сверлильных станков

Модель станка	Уровни звука холостого режима, дБА	Уровни звука рабочего режима, дБА
2М106П	78–86	80–87
2М112	77–84	80–87
2Н125Л	76–82	81–88
2Н125	75–83	82–89
2Н135	74–83	82–90
2Р 135	75–83	84–90
2Н150	75–84	84–92
2Г175	74–84	86–93
2Г175М	74–84	86–94

Анализ полученных данных по уровням звука показал, что на холостом режиме работы почти все станки демонстрируют превышение допустимого порога в 80 дБА. Величина этого превышения со-

ставляет от 2 до 6 дБА для наиболее высокоскоростного станка 2Н160П. Для большинства станков величина превышений уровня звука составляет 3–4 дБА. Как показали результаты измерений, у станков 2Н135, 2Р135, 2Н150, 2Г175 и 2Г175М уровни звука практически одинаковые. Это объясняется их конструктивной особенностью: все эти станки оснащены двенадцатиступенчатыми коробками скоростей. Следовательно, их шумовые характеристики создаются сходным набором кинематических элементов, таких как зубчатые колёса и подшипники качения. Эти данные позволяют предположить, что существенное влияние на процесс генерации шума оказывает привод движения, так как в данном режиме работы отсутствует излучение звуковой энергии акустических подсистем узлов резания и обрабатываемых заготовок.

В рабочем режиме у высокоскоростных станков 2Н106П ($n = 8000$ об/мин, $N = 0,4$ кВт), 2Н112 ($n = 4500$ об/мин, $N = 0,6$ кВт) и 2Н118 ($n = 2800$ об/мин, $N = 0,6$ кВт) уровни звука практически не отличаются. Полученные данные позволяют предположить, что у высокоскоростных станков с малыми диаметрами свёрл звуковое поле на рабочих местах станочников определяется излучением звуковой энергии коробок скоростей. Для станков 2Н125Л, 2Н125, 2Н135, 2Р135, 2Н150, 2Г175 и 2Г175М следует учитывать звуковое излучение коробок скоростей, узлов резания и узлов заготовок.

При измерениях шумовых характеристик нескольких источников, одновременно излучающих звуковую энергию, выявить вклад отдельного источника практически невозможно. Для косвенной идентификации долевого вклада источников (что является наиболее важным этапом данной серии экспериментов) измерялись уровни вибраций на корпусах сверлильной бабки и коробке передач, а также на заготовках, непосредственно устанавливаемых на столе станков. Результаты этих измерений приведены в табл. 2.

Данные измерений вибраций наглядно подтвердили выводы об основных источниках шума, создающих уровни звука, превышающие нормативное значение (80 дБА). Действительно, у станков 2Н106П и 2Н112 уровни вибраций на коробке передач и столе с заготовкой практически на 23–24 дБА ниже, чем на корпусе коробки скоростей. Кроме того, увеличение уровней вибраций во всех точках изменений рабочего режима в сравнении с холостым ходом не превышает 2 дБА, что фактически соответствует погрешности проведения эксперимента.

У станков 2Н125Л и 2Н125 разница в уровнях вибраций на коробке передач и коробке скоростей составляет 17 дБ. Несмотря на то что уровни вибраций на столе с заготовкой существенно ниже, чем на коробке скоростей, уровень вибрации достигает значения 80 дБА. Этот факт свидетельствует о необходимости учитывать звуковое излучение обрабатываемых заготовок.

Такая тенденция еще более наглядно проявляется при работе станков модели 2Н135 и 2Р135. Разница между уровнями вибраций корпуса коробки скоростей и на столе с заготовкой составляет 9 дБ, но уровень вибрации на заготовке достигает значения 84 дБА. Уровень вибрации корпуса коробки передач не превышает 74 дБА. Уровень вибрации на заготовке станка модели 2Н150 также на 9 дБА ниже, чем на корпусе коробки скоростей, но составляет 86 дБА, а у станков моделей 2Н175 и 2Г175Н это значение составляет 88 дБА.

Для уточнения закономерностей формирования уровней звукового давления по октавам и выявления частотных диапазонов, в которых уровни звукового давления превышают нормативные величины, необходимо изучить спектральный состав виброакустических характеристик [5–8].

Замеры ключевых показателей звукового давления показали, что функционирующие вхолостую высокооборотные станки моделей 2М106П и 2М112 создают шумовые характеристики, выходящие за рамки допустимых санитарных норм (рис. 1, 2). Даже на холостом режиме работы показатели звукового давления превышают установленные лимиты в средне- и высокочастотном диапазоне, а именно в пределах 500–8000 Гц. Превышение варьируется от 2 до 5 дБ с максимальным значением 5 дБ, зафиксированным в шестой октаве. При сверлении изменение уровня звукового давления не превышает 2 дБ, однако значения превышений могут достигать 6–7 дБ в диапазоне частот 1000–4000 Гц.

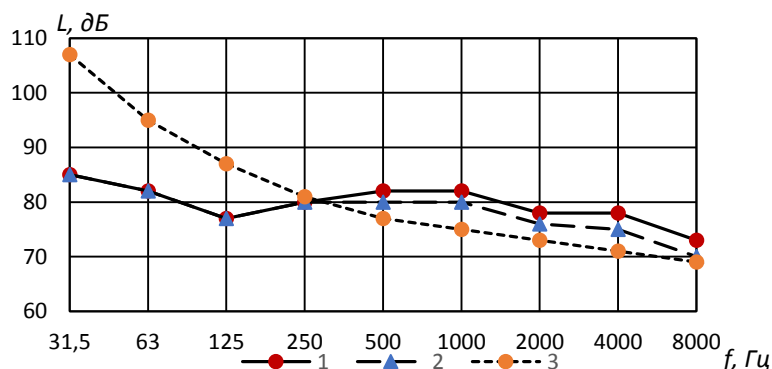


Рис. 1. Шумовые спектры настольного сверлильного станка модели 2М106П:

1 – во время сверления; 2 – на холостом ходу; 3 – предельно допустимый спектр

У станков модели 2Н112 (см. рис. 2) уровни звукового давления холостого хода также демонстрируют превышение санитарных норм в диапазоне частот от 250 до 2000 Гц. Величина превышения составляет 2–3 дБ, что на 2 дБ меньше, чем у станков модели 2М106П. Данный факт объясняется тем, что мощность станка 2Н112 в 1,8 раза ниже, чем у 2М106П. Теоретически уменьшение уровня шума составляет 4 дБ. Влияние рабочих нагрузок при сверлении более выражено в изменении интенсивности излучения звука. Увеличение уровня звукового давления по сравнению с холостым ходом составляет 2–5 дБ. Таким образом, значения превышения уровня звукового давления достигают 4–7 дБ.

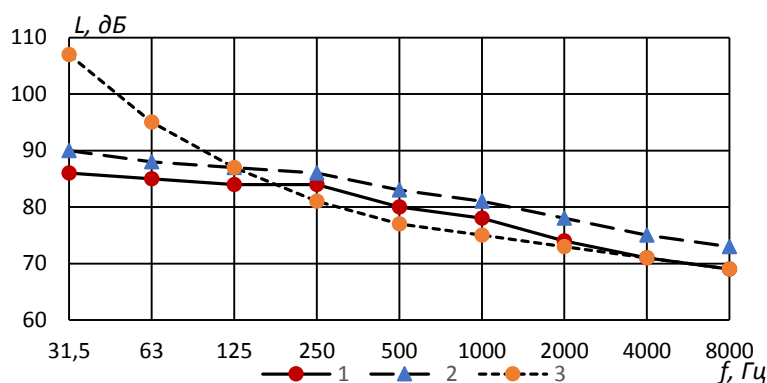


Рис. 2. Шумовые спектры настольного сверлильного станка модели 2Н112:

1 – на холостом ходу; 2 – во время сверления; 3 – предельно допустимый спектр

В случае настольного сверлильного станка модели 2Н125 показатели звукового давления не превышают нормативных значений во всем частотном диапазоне (рис. 3). Однако в процессе сверления наблюдается превышение уровней звукового давления в средне- и высокочастотной областях спектра, в диапазоне 500 – 8000 Гц. Наибольшие отклонения зафиксированы в следующих октавах: 6 дБ – в пятой октаве; 7 дБ – в шестой; 5 дБ – в седьмой; 6 дБ – в восьмой и девятой октавах.

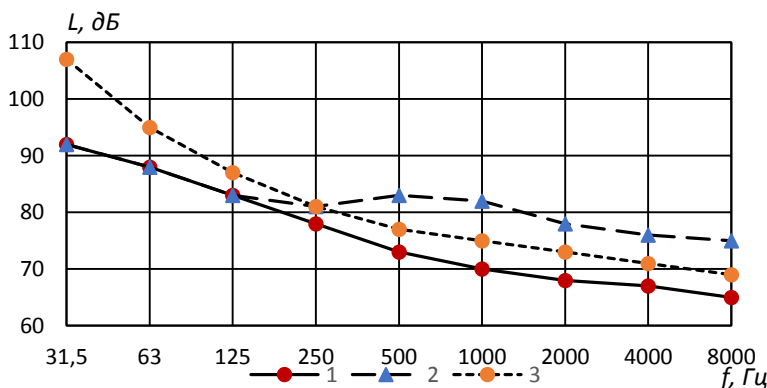


Рис. 3. Шумовые спектры настольного сверлильного станка модели 2Н125:

1 – на холостом ходу; 2 – во время сверления; 3 – предельно допустимый спектр

У вертикально-сверлильного станка модели 2Н135 превышение уровней звукового давления начинается с четвертой октавы (рис. 4). В четвертой октаве превышение достигает 7 дБ, в пятой – 9 дБ, в шестой – 10 дБ, в седьмой – 9 дБ, в восьмой – 8 дБ, а в девятой – 5 дБ. Эти данные отчетливо демонстрируют восходящую тенденцию увеличения превышения допустимых уровней шума в диапазоне высоких частот, достигающую пика в шестой октаве, а затем плавно снижающуюся к девятой. Такая картина распределения уровней шума может указывать на специфический источник или комбинацию источников, генерирующих акустическую энергию преимущественно в средне- и высокочастотном диапазоне.

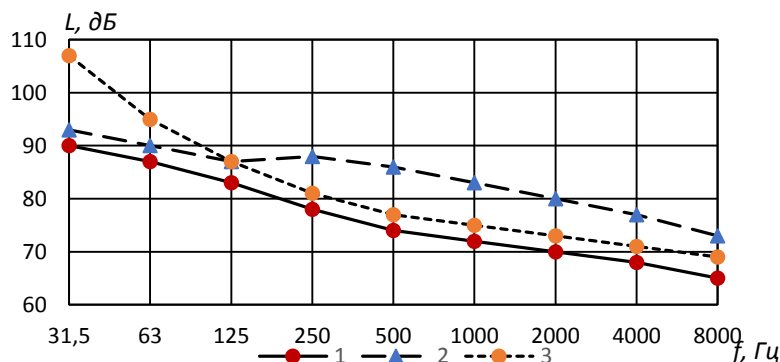


Рис. 4. Шумовые спектры вертикально-сверлильного станка модели 2Н135:

1 – на холостом ходу; 2 – во время сверления; 3 – предельно допустимый спектр

При работе вертикально-сверлильного станка модели 2Н150 на холостом ходу акустические показатели соответствуют гигиеническим нормам (рис. 5). В ходе работы станка под нагрузкой происходит значительное изменение акустической картины. Интенсивность звука возрастает, и спектр частот, в котором наблюдается превышение гигиенических норм, расширяется. Наиболее выраженные превышения наблюдаются в диапазоне средних частот, что может быть связано с резонансными явлениями в конструкции станка и вибрацией обрабатываемой детали. Снижение интенсивности звука относительно максимально допустимых значений достигает 2 дБ в спектре частот от 250 до 8000 Гц, что сопоставимо с допустимой погрешностью измерений. Проведенные измерения демонстрируют, что превышение допустимых уровней шума достигает критических значений в третьей – восьмой октавах и их величины составляют: 125 Гц – 3 дБ; 250 Гц – 8 дБ; 500, 1000, 2000 – 10 дБ; 4000 Гц – 9 дБ; 8000 Гц – 8 дБ, что может представлять опасность для здоровья оператора станка при длительном воздействии.

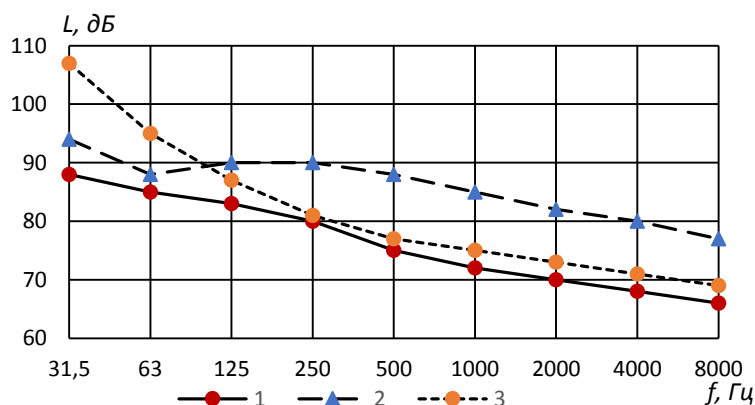


Рис. 5. Шумовые спектры вертикально-сверлильного станка модели 2Н150:

1 – на холостом ходу; 2 – во время сверления; 3 – предельно допустимый спектр

Шум, производимый вертикально-сверлильным станком модели 2Г175, характеризуется тем, что в диапазоне частот от 250 до 2000 Гц уровни звукового давления практически достигают максимально разрешенных значений (рис. 6). Подобная картина спектра показывает, что в пятой и шестой октавах уровень шума доходит до 89–90 дБ. Превышение нормативных показателей следующее: на частоте 125 Гц – 2 дБ; на частоте 250 Гц – 5 дБ; на частоте 500, 1000 Гц – 13 дБ; на частоте 2000, 4000 и 8000 Гц – 12 дБ. В данном случае высокая интенсивность шума в диапазоне 500–2000 Гц указывает на то, что

источниками шума могут являться процессы резания, работа приводов и вибрация корпусных деталей станка.

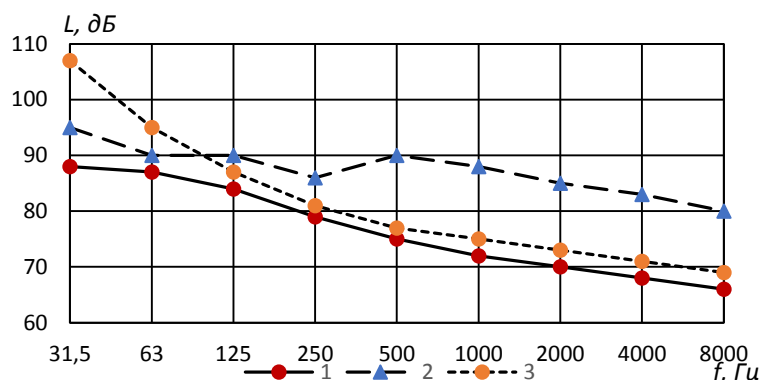


Рис. 6. Шумовые спектры вертикально-сверлильного станка модели 2Г175:

1 — на холостом ходу; 2 — во время сверления; 3 — предельно допустимый спектр

Измерения спектрального состава шума и вибраций позволили идентифицировать основные источники шума сверлильных станков: редуктор, подшипники шпинделя, вибрация корпуса станка, шум, возникающий при взаимодействии режущего инструмента с обрабатываемым материалом.

Анализ результатов измерений показал, что в высокоскоростных настольных сверлильных станках моделей 2Н106П и 2Н112 основным источником шумового загрязнения, фактически формирующим звуковое поле на рабочем месте, является коробка скоростей и в значительно меньшей степени системы «узел резания – обрабатываемая заготовка». В станках моделей 2Н125, 2Н135, 2Н150 и 2Н175 следует учитывать как звуковое излучение корпуса коробки скоростей, так и звуковое излучение системы «узел резания – обрабатываемая заготовка».

Выводы и рекомендации

Проведенные экспериментальные исследования позволили установить основные характеристики шума, генерируемого сверлильными станками, и выявить основные источники шума. На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы [9, 10]:

1 Работа сверлильных станков сопровождается интенсивным шумовым воздействием, превышающим допустимые нормы.

2 Основная энергия шума сосредоточена в диапазоне низких и средних частот.

3 Уровень шума зависит от типа станка, режима работы и обрабатываемого материала.

4 Основными источниками шума являются редуктор, подшипники шпинделя, вибрация корпуса станка и шум, возникающий при взаимодействии режущего инструмента с обрабатываемым материалом.

На основании полученных результатов рекомендуется:

1) проводить мониторинг уровня шума на рабочих местах операторов сверлильных станков;

2) обеспечить операторов средствами индивидуальной защиты органов слуха (наушники, беруши);

3) внедрить современные методы обучения операторов по безопасному использованию сверлильных станков, включая информацию о вредном воздействии шума и способах защиты от него;

4) разработать и внедрить комплекс мер по снижению шумового воздействия сверлильных станков, включающий в себя использование виброизоляции, звукоизоляции, демпфирования, а также применение специальных режущих инструментов с уменьшенным уровнем вибрации.

Список литературы

- 1 **Баланова, М. В.** Методика и техническое обеспечение проведения экспериментальных исследований по определению шума на рабочих местах / М. В. Баланова, Т. А. Финоченко, И. А. Яицков // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – № 1 (46). – С. 5–7. – ISSN 1818-5509.
- 2 **Финоченко, Т. А.** Методика проведения экспе-

References

- 1 **Balanova, M. V.** Methodology and technical support for conducting experimental studies to determine noise in the workplace / M. V. Balanova, T. A. Finochenko, I. A. Yaitskov // Trudy Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2019. – No. 1 (46). – P. 5–7. – ISSN 1818-5509.
- 2 **Finochenko, T. A.** Methodology for conducting experimental studies of the noise of bar turning

риментальных исследований шума прутковых токарных автоматов / Т. А. Финоченко // Инновационные технологии в машиностроении и металлургии // Материалы IV Международной научно-практической конференции. – Ростов-на Дону : Донской государственный технический университет, 2012. – С. 263–268. – EDN JDVMJB.

3 Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / И. Г. Переверзев, Т. А. Финоченко, И. А. Яицков [и др.] ; ФГБОУ ВО РГУПС. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов-на-Дону, 2019. – 308 с. – ISBN 978-5-88814-843-3.

4 **Финоченко, Т. А.** Методика проведения экспериментальных исследований шума прутковых токарных автоматов / Т. А. Финоченко // Инновационные технологии в машиностроении и металлургии / Министерство промышленности и энергетики. – Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 2012. – С. 263–268. – EDN JDVMJB.

5 **Набоков, А. Е.** Экспериментальные исследования шума на рабочих местах станочников резьбообрабатывающих и шлицефрезерных станков / А. Е. Набоков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 5. – С. 77–84. – DOI 10.24412/2071-6168-2023-5-77-78.

6 **Хиникадзе, И. Т.** Снижение уровней шума коробок скоростей высокоскоростных вертикально-сверлильных станков / И. Т. Хиникадзе, А. Н. Чукарин, Т. А. Финоченко // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – Вып. 12. – С. 698–702. – DOI 10.24412/2071-6168-2022-12-698-702.

7 **Месхи, Б. Ч.** Математическое моделирование шумообразования системы инструмент – заготовка при фрезеровании и шлифовании / Б. Ч. Месхи, В. А. Гергергт // Строительство-2003 : материалы Международной научно-практической конференции / РГСУ. – Ростов на-Дону, 2003. – С. 50–57. – EDN VIHKAAD.

8 **Khinikadze, I.** Modeling the processes of vibroacoustic dynamics of the acoustic subsystem “drill – blanket” / I. Khinikadze, A. Chukarin, T. Finochenko // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 549. – P. 01005. – DOI 10.1051/e3sconf/202454901005.

9 **Месхи, Б. Ч.** Исследование виброакустических характеристик малозумного механизма поддержки прутка / Б. Ч. Месхи, Т. А. Финоченко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2009. – № 4. – С. 27–30. – EDN MIPLGR.

10 Характеристики шумового дискомфорта в рабочей зоне прутковых токарных станков / С. А. Раздорский, Т. А. Финоченко, А. Н. Чука-

machines / Т. А. Finochenko // Innovative technologies in mechanical engineering and metallurgy // Proceedings of the IV International scientific and practical conference. – Rostov-on-Don : Don State Technical University, 2012. – P. 263-268. – EDN JDVMJB.

3 Life safety : textbook / I. G. Pereverzev, T. A. Finochenko, I. A. Yaitskov [et al.] ; RSTU. – 2-nd ed., rev. and add. – Rostov-on-Don, 2019. – 308 p. – ISBN 978-5-88814-843-3.

4 **Finochenko, T. A.** Methodology for conducting experimental studies of the noise of bar lathe machines / Т. А. Finochenko // Innovative technologies in mechanical engineering and metallurgy / Ministry of Industry and Energy. – Rostov-on-Don : DSTU Publishing Center, 2012. – P. 263–268. – EDN JDVMJB.

5 **Nabokov, A. E.** Experimental studies of noise at the workplaces of machine operators of thread-processing and slot-milling machines / A. E. Nabokov // News of the Tula State University. Technical sciences. – 2023. – No. 5. – P. 77–84. – DOI 10.24412/2071-6168-2023-5-77-78.

6 **Khinikadze, I. T.** Reducing noise levels of gearboxes of high-speed vertical drilling machines / I. T. Khinikadze, A. N. Chukarin, T. A. Finochenko // News of the Tula State University. Technical sciences. – 2022. – Issue 12. – P. 698–702. – DOI 10.24412/2071-6168-2022-12-698-702.

7 **Meskhi, B. Ch.** Mathematical modeling of noise generation in the tool – workpiece system during milling and grinding / B. Ch. Meskhi, V. A. Gergert // Construction-2003 : materials of the International scientific-practical conference / Rostov State University of Civil Engineering. – Rostov on Don, 2003. – P. 50–57. – EDN VIHKAAD.

8 **Khinikadze, I.** Modeling the processes of vibroacoustic dynamics of the acoustic subsystem “drill – blanket” / I. Khinikadze, A. Chukarin, T. Finochenko // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 549. – P. 01005. – DOI 10.1051/e3sconf/202454901005.

9 **Meskhi, B. Ch.** Study of vibroacoustic characteristics of low-noise rod support mechanism / B.Ch. Meskhi, T.A. Finochenko // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2009. – No. 4. – P. 27–30. – EDN MIPLGR.

10 Characteristics of noise discomfort in the working area of bar turning machines / S. A. Razdorsky, T. A. Finochenko, A. N. Chukarin, I. A. Yaitskov // Monitoring. Science and Technology. – 2018. –

рин, И. А. Яицков // Мониторинг. Наука и технологии. – 2018. – № 3 (36). – С. 81–84. – EDN YCMIFF.

No. 3 (36). – P. 81–84. – EDN YCMIFF.

I. T. Khinikadze

EXPERIMENTAL STUDIES OF NOISE GENERATED DURING OPERATION OF DRILLING MACHINES

Abstract. In modern industrial production, drilling machines play an important role in the processing of various materials. It has been established that the operation of drilling machines is accompanied by the generation of a significant level of noise, which can negatively affect the health and performance of operators, as well as the environment. A study is aimed at studying the characteristics of noise generated by drilling machines in order to develop effective measures to reduce noise exposure. The article presents the results of experimental studies of the noise spectra of drilling machines, carried out under various technological loads, which is confirmed by theoretical conclusions about the patterns of formation of vibroacoustic characteristics of machines. The main sources of noise are determined and effective measures to reduce noise exposure are developed. The implementation of the proposed measures will improve the working conditions of drilling machine operators and reduce the negative impact of noise.

Keywords: experimental studies, noise levels, octave sound pressure levels, drilling machines.

For citation: Khinikadze, I. T. Experimental studies of noise generated during operation of drilling machines / I. T. Khinikadze // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putej Soobshcheniya. – 2025. – No. 2. – P. 106–113. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_2_106.

Сведения об авторах

Хиникадзе Илдар Тенгизович
Ростовский государственный
университет путей сообщения
(РГУПС),
кафедра «Безопасность
жизнедеятельности»
аспирант,
e-mail: xinikadze755@gmail.com

Information about the authors

Khinikadze Ildar Tengizovich
Rostov State Transport University
(RSTU),
Chair “Life Safety”,
Postgraduate Student,
e-mail: xinikadze755@gmail.com