

УДК 674.05.001.53

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ РУБИЛЬНОЙ МАШИНЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

А.О. Германович, аспирант, Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Аннотация. Мобильные рубильные машины широко применяются на лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятиях для получения возобновляемого вида топлива. Измельчение древесного сырья в щепу сопровождается вибрацией агрегатов мобильной рубильной машины, учет которой необходим при проектировании данной техники.

Ключевые слова: измельчение, колебания, рубильная машина, щепа, эксперимент.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ РУБАЛЬНОЇ МАШИНИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

А.О. Германович, аспірант, Білоруський державний технологічний університет, м. Мінськ

Анотація. Мобільні рубальні машини широко застосовуються на лісозаготівельних і деревообробних підприємствах для отримання відновлюваного виду палива. Подрібнення деревної силовини у тріски супроводжується вібрацією агрегатів мобільної рубальної машини, урахування якої є необхідним при проектуванні даної техніки.

Ключові слова: подрібнення, коливання, рубальна машина, тріски, експеримент.

EXPERIMENTAL STUDY OF FORCED OSCILLATIONS OF CHIPPERS AT IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS

A. Hermanovich, postgraduate, Belarusian State Technological University, Minsk

Abstract. Mobile chippers are widely used at logging and wood-processing enterprises to produce renewable fuel. Grinding of raw wood into chips is accompanied by vibration of mobile chipper units, the account of which is required at design of the given machines.

Key words: shredding, vibrations, chipper, wood chips, experiment.

Введение

На всех лесозаготовительных и деревообрабатывающих стадиях, начиная с первоначальной обработки – заготовка леса и вывозка хлыстов (сортиментов) и заканчивая последней – обработка древесины, данные процессы сопровождаются отходами, которые в дальнейшем практически не используются в производстве. Одним из путей решения задачи комплексного использования древесины является переработка древесных

отходов на щепу при помощи рубильных машин. Однако работа мобильной рубильной машины связана с резко переменным характером воздействия технологической или полезной нагрузки, вследствие этого при измельчении древесного сырья появляются колебания. Длительное воздействие вибрации вызывает негативные изменения физиологических функций человека, а также ведет к снижению производительности мобильной рубильной машины в целом.

Анализ публикаций

Исследованиями динамических процессов, проходящих в процессе выполнения технологических операций лесными машинами, тесно занимались ученые кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок БГТУ [1–3]. У истоков таких исследований стоял профессор А.В. Жуков [1] – он особое внимание уделял изучению вопросов упругодемпфирующих связей в звеньях механических систем, введение которых обеспечивает снижение общего уровня динамических воздействий в узлах и механизмах машин и повышение эксплуатационных показателей лесотранспортных и лесозаготовительных машин на 12–27%. А.В. Жорин [2] разработал математическую модель вертикальных, продольно- и поперечно-угловых колебаний трелевочной машины ТТР-401 с учетом упругих свойств пакета хлыстов и комплексного воздействия на машину неровностей опорной поверхности движения, двигателя как источника заданной ограниченной мощности, ударных нагрузок от пакета хлыстов в продольной плоскости. А.Н. Бычек [3] разработал математическую модель процесса движения трелевочной машины ТТР-402 с бесчokerным оборудованием, описывающую вертикальные, продольно-угловые колебания машины с учетом упругих свойств пачки хлыстов (деревьев) и комплексное воздействие на машину неровностей опорной поверхности движения и двигателя, отличающуюся от модели, рассмотренной в работе [2], введением подсистемы, учитывающей особенности связи трактора с пачкой посредством клещевого захвата. Д.В. Клоков разработал математические модели процесса движения погрузочно-транспортных машин с колесными формулами 4К4 и 6К6, описывающие вертикальные и продольно-угловые колебания машин, с комплексным учетом воздействия неровностей опорной поверхности движения, двигателя как источника заданной мощности, связей остова машины с пачкой сортиментов и двигателем.

Однако на сегодняшний день существует востребованность в теоретических и экспериментальных исследованиях вынужденных колебаний, возникающих в процессе технологических операций мобильных рубильных машин.

Цель и постановка задачи

Колебания, возникающие в процессе измельчения древесного сырья в щепу мобильной рубильной машиной, обуславливают (формируют) актуальную задачу необходимости проведения экспериментальных исследований. Основной целью экспериментального исследования являлось определение движения системы в процессе работы рубильной машины, т.е. нахождение независимых, изменяющихся по времени координат (степеней свободы), определяющих положение всех масс данной системы.

Экспериментальное исследование вынужденных колебаний рубильной машины

Объектом исследовательских испытаний являлась мобильная рубильная машина АМКОДОР 2904, изготовленная заводом «Дормаш» ОАО «Амкодор» – управляющая компания холдинга» (рис. 1). Самоходная рубильная машина на мобильном шасси предназначена для измельчения в щепу ствольной низкокачественной древесины, порубочных остатков, отходов лесопиления и другого древесного сырья.



Рис. 1. Объект исследовательских испытаний – мобильная рубильная машина АМКОДОР 2904

Рубильная машина состоит из соединенных шарниром переднего тягового и заднего технологического модулей базовой машины и технологического оборудования: гидроманипулятора, рубильного агрегата, автономного двигателя.

В состав базовой машины входят: передняя и задняя полурамы, шарнир, кабина, двигатель с системами, трансмиссия, передний и задний ведущие мосты, приводы управления, тормозная система, электрооборудование, гидросистема.

При определении параметров общей вибрации опытного образца мобильной рубильной машины производились измерения уровней виброускорений в кабине оператора. Для записи параметров использовалась измерительная аппаратура в составе портативного переносного компьютера со специальным программным обеспечением PULSE (рис. 2), анализатора PULSE 3560-С (портативный блок сбора данных, до 17 каналов ввода) (рис. 3), трёхкоординатного акселерометра.

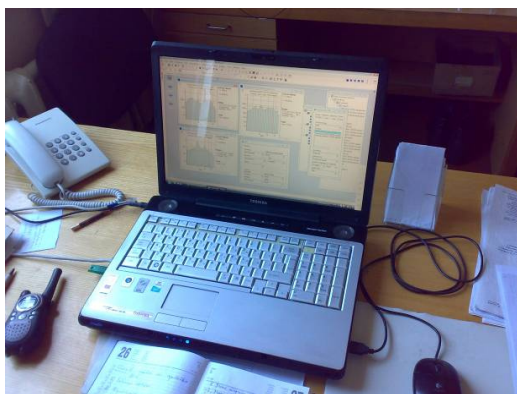


Рис. 2. Портативный переносной компьютер со специальным программным обеспечением PULSE



Рис. 3. Анализатор PULSE 3560-С

Анализатор PULSE 3560-С представляет собой портативную систему сбора данных с блоком питания, работающим от аккумуляторных батарей или источника постоянного тока. Через модуль управления осуществляется связь с компьютером, в то время как модуль ввода/вывода обрабатывает поступающие сигналы измерений и выдает тактовые импульсы для взятия отсчетов.

Регистрация силовых параметров производилась трёхкоординатным акселерометром, который измеряет три взаимно перпендикулярных вектора виброускорения, проходящих

через одну точку, находящуюся в центре пьезоэлемента вибродатчика. Информация с электродов пьезоэлемента преобразуется многоканальным дифференциальным усилителем-сумматором и выводится на три BNC выхода x , y и z . Вибродатчики позволяют определить объёмный фазовый портрет виброускорений в точке их закрепления на объекте.

Перед началом проведения замеров вибрации на кресле оператора определялась порода измельчаемого древесного сырья, замерялись его геометрические параметры при помощи мерной ленты (рулетки), а также его влажность (рис. 4, а, б, в). Измельчаемым сырьем являлась сосна влажностью 20 %.



а



б



в

Рис. 4. Определение параметров измельчаемого древесного сырья: а – замер диаметра измельчаемой стволовой древесины; б – замер длины измельчаемой стволовой древесины; в – замер влажности измельчаемой стволовой древесины

Влажность измельчаемой ствольной древесины измерялась при помощи влагомера МГ 4 (рис. 4, в). Влагомер-МГ 4 предназначен для оперативного контроля влажности древесины по ГОСТ 16588. Принцип действия прибора основан на корреляционной зависимости диэлектрической проницаемости материала от содержания в нем влаги при положительных температурах. Существует три режима измерений: единичный замер; серия замеров с усреднением результатов и режим непрерывного измерения для обнаружения участков повышенного влагосодержания. Влагомер позволяет корректировать измерения с учетом породы древесного материала.

При проведении экспериментальных исследований соблюдались требования техники безопасности, в соответствии с которыми измерительное оборудование располагалось на расстоянии 20 м от места проведения работ.

Испытания проводились в соответствии с методикой исследовательских и приемочных испытаний экспериментального образца мобильной рубильной машины АМКОДОР 2904, разработанной сотрудниками кафедры лесных машин и технологии лесозаготовок БГТУ и КБ ЛПМ ОАО «Амкодор» – управляющая компания холдинга».

Измерительная аппаратура подсоединялась по схеме подключения, представленной на рис. 5.



Рис. 5. Схема подключения оборудования

Для преобразования механических колебаний объекта в электрический сигнал, пропорционально вибрационному ускорению (z'') механической системы, одновременно в трёх составляющих пространственного ускорения, использовался вибродатчик, который крепился в специальном деревянном диске и монтировался на кресле оператора (рис. 6). Вибропреобразователь подключался к портативному блоку сбора данных PULSE 3560-C, который подсоединялся к портативному переносному компьютеру (ПК) (рис. 5). Запись измеряемых параметров производилась на

жесткий диск компьютера и сопровождалась графической визуализацией процесса.



Рис. 6. Установка вибропреобразователя на кресле оператора

Замер общей вибрации на рабочем месте оператора проводился на испытательской площадке ИЦИДМ завода «Дормаш» ОАО «Амкодор» – управляющая компания холдинга» (рис. 1). Испытания проводились в сухую погоду (температура окружающего воздуха составляла плюс 26 °С). Измерения общей вибрации производились в соответствии с методикой, описанной в п.п. 7.3.2.6; 7.3.2.7; 7.3.2.9; 7.3.2.10; ГОСТ 12.2.102-89. Общая вибрация измерялась на кресле оператора при выполнении технологических операций на различных режимах: 1 – при включенном только двигателе базовой машины (работающем на холостом ходу); 2 – при включенных двигателе базовой машины и автономном двигателе привода рубильного агрегата (оба двигателя работали в режиме холостого хода); 3 – при работе рубильного агрегата без нагрузки, (автономный двигатель на рабочих оборотах (1300–1500 об./мин)); 4 – при измельчении пачки сортиментов объемом 0,32 м³; 5 – при измельчении пачки сортиментов объемом 0,21 м³; 6 – при измельчении одного двухметрового сортимента диаметром 0,2 м.

Перед каждым замером проводилась проверка работоспособности оборудования. Включение и выключение измерительной аппаратуры производились перед каждым дублированием замера. После замера проводился просмотр полученного результата. В резуль-

тате проведенных замеров были получены спектры виброускорений на кресле оператора (рис. 7).

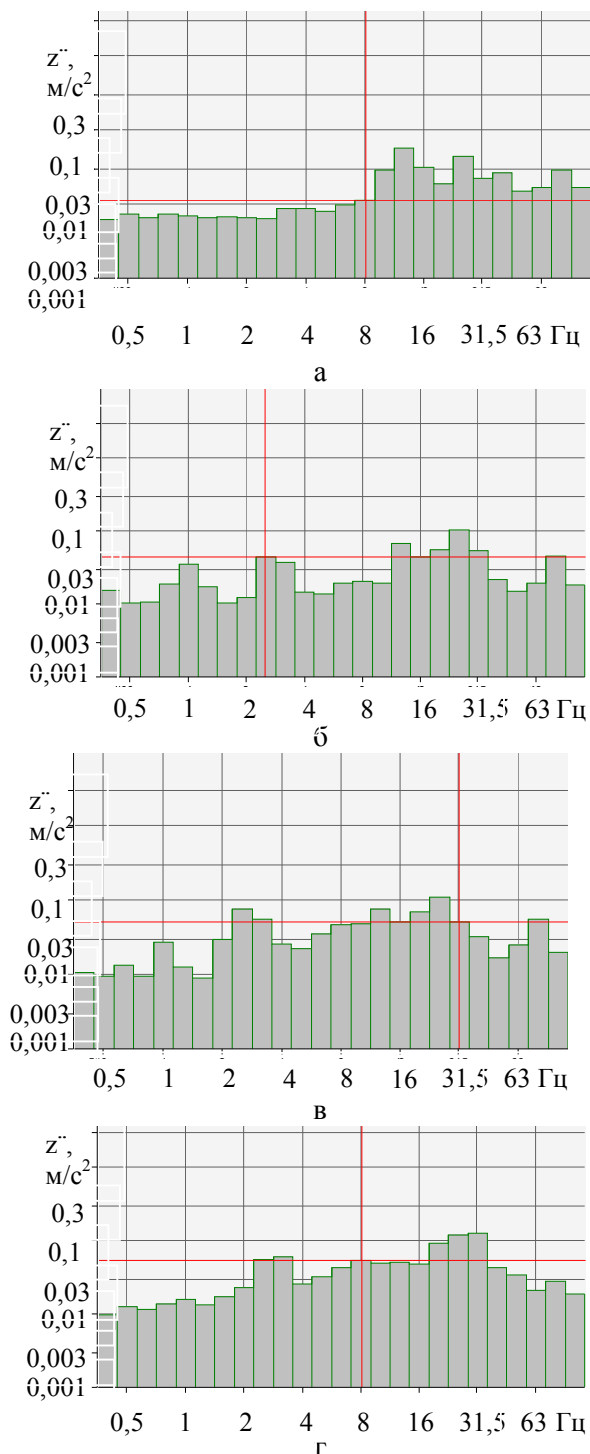


Рис. 7. Спектры вертикальных виброускорений: а – при работе рубильного агрегата без нагрузки; б – при измельчении сортамента диаметром 0,2 м; в – при измельчении пачки сортиментов объемом 0,21 м³; г – при измельчении пачки сортиментов объемом 0,32 м³

Спектры вертикальных виброускорений рабочего места оператора, полученные при выполнении технологических операций на различных режимах, распределены практически равномерно, без ярко выраженных пиковых значений. По предварительной оценке экспериментальных данных была установлена тенденция увеличения величин виброускорений в среднем на 9 % по всем частотным спектрам при увеличении объема измельчаемой пачки сортиментов на 0,11 м³, т.е. максимальные уровни виброускорений (0,11–0,125 м/с²) были зафиксированы при измельчении наибольшей пачки сортиментов (0,32 м³).

Выводы

Проведенные экспериментальные исследования позволили изучить влияние на возмущение колебаний машины от различных параметров измельчаемого древесного сырья, а также установить, что характеристики машины соответствуют требованиям ТЗ и ТУ.

Литература

1. Жуков А.В. Теоретические основы выбора технических параметров и улучшения эксплуатационных свойств специальных лесных машин: автореф. дис. на соискан. учен. степ. д-ра техн. наук: спец. 05.06.02 «Машины и механизмы лесоразработок, лесозаготовок, лесного хозяйства и деревообрабатывающих производств» / А.В. Жуков. – Л., 1978. – 37 с.
2. Жорин А.В. Обоснование параметров трелевочной машины на базе сельскохозяйственного трактора кл. 1,4: автореф. дис. на соискан. учен. степ. канд. техн. наук: спец. 05.21.01 «Технологич и машины лесозаготовок и лесного хозяйства» / А.В. Жорин. – Минск: БГТУ, 1997. – 18 с.
3. Бычек А.Н. Обоснование параметров бесчokerной трелевочной машины на базе трактора МТЗ-82: автореф. дис. на соискание учен. степ. канд. техн. наук: спец. 05.21.01 «Технологич и машины лесозаготовок и лесного хозяйства» / А.Н. Бычек. – Минск: БГТУ, 2000. – 20 с.

Рецензент: Е.С. Венцель, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 15 октября 2013 г.