

Утверждаю:

Председатель Научно-технического
совета НПК «Механобр-техника»,
доктор технических наук



/ Арсентьев В.А.

«27» июля 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

по диссертационной работе

Ляна Ильи Павловича

«Поддержание резонансных режимов работы транспортно-технологических
вибрационных машин при переменных параметрах обрабатываемого
материала»

на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной
специальности 2.5.2. Машиноведение (технические науки)

Актуальность работы. Основной целью диссертационной работы Ляна И.П. является повышение эффективности вибрационных технологических машин с самосинхронизирующимися дебалансными вибровозбудителями за счет использования резонансных режимов колебаний. Решаемые задачи являются актуальными для развития вибрационных технологий, применяемых в самых различных отраслях современной промышленности и соответствует Стратегии НТР РФ в части формулировки пункта «а», где предусмотрен «переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования...».

Сложность поставленных задач обусловлена неустойчивостью резонансного режима колебаний, вызванной взаимодействием с асинхронными вибровозбудителями и флуктуациями параметров обрабатываемого материала. В работе обеспечение устойчивых резонансных колебаний осуществляется за счет использования системы автоматического управления частотой вращения дебалансов вибровозбудителей в соответствии с изменением собственной частоты системы при изменении массы обрабатываемого материала.

В работе приводится сравнительная оценка энергоэффективности резонансных вибрационных машин. Выполнено математическое моделирование динамики резонансной вибромашины, на основе анализа которого создан лабораторный образец резонансной вибромашины. Разработан и реализован алгоритм поддержания резонансного режима при изменении массы обрабатываемого материала за счет управления скоростью вращения вибровозбудителей, основанный на динамическом портрете вибромашины. Проведена серия численных и натуральных экспериментов, результаты которых продемонстрировали устойчивость резонансного режима при различных законах изменения массы обрабатываемого материала.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке математической модели и лабораторного образца резонансной вибрационной машины, снабженной системой автоматического поддержания резонансного режима при изменении массы обрабатываемого материала.

Среди значимых результатов можно выделить:

1. Оценку энергоэффективности резонансного режима колебаний по сравнению с зарезонансным режимом колебаний рабочего органа вибрационных машин.

2. Математическую модель вибрационной машины с самосинхронизирующимися вибровозбудителями, учитывающую изменение массы обрабатываемого материала, моментные характеристики асинхронных электродвигателей и законы их частотного регулирования.

3. Цифровой двойник резонансной вибрационной машины, снабженной системой автоматического поддержания резонансного режима колебаний.

4. Результаты экспериментальных исследований лабораторного образца вибромашины, снабженного системой поддержания резонансного режима.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в сформулированных условиях, при которых обеспечивается эффективность использования резонансного режима работы вибрационной машины; в разработанном цифровом двойнике; в созданном лабораторном образце вибрационной резонансной машины, что может служить основой для проектирования новых вибрационных машин. Кроме того, практическая значимость результатов исследований подтверждается тем, что материалы

диссертационной работы внедрены в расчетную практику ООО «ДАТАДВАНС» при создании цифровых двойников вибромашин; в учебный процесс кафедры «Прикладная механика» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Разработанные математические модели, созданный лабораторный образец вибрационной машины и предложенный алгоритм управления могут быть использованы при создании новых транспортно-технологических машин, обладающих повышенной энергоэффективностью.

Достоверность и обоснованность положений, выводов и результатов обеспечена использованием фундаментальных положений теории машин и механизмов, теории колебаний, применением апробированных методов вычислительной механики, подтверждается сходимостью результатов теоретических расчетов с результатами экспериментальных исследований. Результаты моделирования не противоречат существующим представлениям о динамике вибрационных машин с самосинхронизирующимися вибровозбудителями.

Апробация. Полученные результаты исследований докладывались и обсуждались на различных российских и международных научных конференциях, научных семинарах.

По теме исследования **опубликовано** 13 научных работ, из которых 3 – в ведущих рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, 7 – в ведущих рецензируемых зарубежных научных журналах, индексируемых международными информационными базами SCOPUS/Web of Sciences, а также 5 статей в иных научных изданиях; получен патент РФ на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, включающего 119 наименований. Работа содержит 120 страниц основного текста и 60 рисунков, 3 таблицы, 3 приложения.

Основные достоинства диссертации заключаются в следующем:

В диссертационной работе разработаны модели и предложены программно-алгоритмические решения, направленные на поддержание резонансного режима колебаний рабочего органа транспортно-технологических машин. Экспериментально подтверждена работоспособность предложенного алгоритма поддержания резонансного режима колебаний. Всё это позволяет рекомендовать результаты работы для

создания новых резонансных вибрационных машин с самосинхронизирующимися вибровозбудителями.

Следует отметить обоснованность, системность и четкость формулировок цели исследования и поставленных задач. Диссертация отличается объективным и качественно проведенным анализом литературных источников и логичной классификацией вибромашин. Диссертация хорошо проиллюстрирована рисунками и конструктивными схемами.

Замечания по диссертации:

1. В главе 4, посвященной разработке математической модели лабораторного образца резонансной вибрационной машины (грохота) сделано предположение (стр. 68 диссертации), что “материал движется по рабочему органу без отрыва от поверхности”. Экспериментальные значения амплитуд, с которыми сопоставлялись расчетные данные, также получены на установке, в которой обрабатываемый материал моделировался закрепленной емкостью с переменной массой. Предположение о безотрывном движении материала и, как следствие, отсутствии ударных воздействий не соответствует технологически эффективным и характерным для большинства вибрационных грохотов условиям их работы в режиме интенсивного подбрасывания материала, при которых значения параметра поперечной перегрузки w_n (отношения амплитуды нормальной к поверхности составляющей ускорения колебаний к нормальной составляющей ускорения свободного падения) составляют около 4. Параметр w_n является важнейшим для вибрационных транспортно-технологических машин и определяет не только эффективность технологического процесса, но и уровень энергозатрат. В работе его влияние не рассматривается.

2. В главе 4 (стр. 68) предположено также, что масса обрабатываемого материала равномерно распределена по рабочему органу. Это допущение также требует комментария, поскольку в вибрационных грохотах центр тяжести материала обычно смещен в сторону загрузки материала.

3. На рис. 1.11 (стр. 29), воспроизведенном из книги Л.А. Вайсберга, представлена зависимость относительного сдвига фаз от отношения производительности грохота к ее максимальному значению. отождествление характера изменения массы материала на грохоте с изменением производительности, сделанное в тексте на стр. 28 и подписи к рис. 1.11, представляется неправильным.

4. Направления осей x на рис. 4.2 и левом рис. 4.3 (стр. 62, 63) не соответствуют друг другу. На рис. 4.2 эта ось направлена вдоль движения материала, а на левом рис. 4.3 – против движения.

5. В названии диссертации говорится о поддержании резонансных режимов работы машин при переменных параметрах обрабатываемого материала. Содержание работы, согласно формулировке ее цели, более узкое, в ней рассматривается изменение только массы материала.

6. Упоминание двигателей внутреннего сгорания на стр. 5 и 16 не имеет отношения к работе.

7. На рис. 1.1 (стр. 14 обзорного раздела) вибровозбудители изображены неточно, с осями, лежащими в одной плоскости. В действительности они имеют скрещивающиеся оси, вследствие чего возбуждаются винтовые колебания.

8. В обзорной части работы естественно было бы упомянуть ряд работ, посвященных таким понятиям как “присоединенная масса” и эффективное вязкое сопротивление колебаниям рабочего органа машины, отражающим осредненное влияние массы перерабатываемого материала. В качестве примера можно указать следующие публикации:

– **Потураев В.Н., Червоненко А.Г.** Об учете влияния технологической нагрузки при динамическом расчете вибрационных конвейеров и грохотов // Обогащение полезных ископаемых: Респ. межвед. науч.-техн. сб. Киев: Техніка, 1967. Вып. 2. С. 81–91.

– **Барзуков О.П., Вайсберг Л.А., Балабатько Л.И., Учитель А.Д.** Влияние технологической нагрузки на самосинхронизацию вибровозбудителей // Обогащение руд. 1978. № 2. С. 31–33.

– **Потураев В.Н., Червоненко А.Г.** Определение «присоединенной массы» вибрационных конвейеров и грохотов // Обогащение руд. 1966. № 6. С. 39–41.

– **Франчук В.П., Анциферов А.В., Егурнов А.И.** Исследование влияния технологической нагрузки на динамику вибрационных машин // Обогащение руд. 2001. № 1. С. 27–31.

9. Укажем также на ряд описок и замечаний редакционного характера:

– На рис. 4.13 (стр. 82) первое значение на горизонтальной оси должно быть 14, а не 16 Гц;

– На стр. 95 дана ссылка на рис. 5.1 вместо 5.3;

– На стр. 95 значения должны быть от 120 до 130 с, а не от 130 до 140;

– На стр. 7 и 26 в названии книги должно быть “Синхронизация” вместо “Самосинхронизация”;

– В работе нет данных о габаритах исследуемого лабораторного образца вибрационной машины;

– В списке литературы ссылка на статью [52], опубликованную на русском языке, дана в английском переводе.

Заключение

В целом, несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа Ляна И.П. является законченным научным исследованием, посвященным решению актуальной научно-технической проблемы создания резонансных вибрационных машин. Полученные результаты обоснованы и представляются достоверными, обладают новизной и практической ценностью. Публикации автора и автореферат полностью соответствуют содержанию диссертации. Диссертационная работа имеет внутреннее единство, аккуратно оформлена, написана ясным языком, приведенные иллюстрации достаточны для восприятия изложенного материала.

По структуре, содержанию и объёму работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям и пунктам 1, 2 и 3 паспорта научной специальности 2.5.2. Машиноведение (технические науки), а ее автор – Лян Илья Павлович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Диссертационная работа Ляна И.П. рассматривалась на заседании Научно-технического совета НПК «Механобр-техника» (АО) «26» июля 2023г., протокол № 3.

Главный специалист НПК «Механобр-техника» (АО),
к.т.н. Коровников Александр Николаевич
Научный консультант НПК «Механобр-техника» (АО)
к.т.н. Блехман Леонид Ильич




199106, г. Санкт-Петербург, В.О., 22 линия, д. 3, корп. 5, литера Е, офис 319.

Научно-производственная корпорация «Механобр-техника» (акционерное общество)

Тел: +7 (812) 331-02-43

Email: secretariat@mtspb.com

Сайт: <https://mtspb.com/>

Дата « 3 » ИЮЛ 2023 г.

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР

МЕДВЕДЕВ А.В.

