

УДК 681.527

Д. А. Гринюк, доц., канд. техн. наук; И. Г. Сухорукова, ст. преп.;
В. Л. Алексеев, магистр.; Шилин А. М., студ. (БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ЛЫЖИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПНЕВМОЦИЛИНДРА

При разработке и производстве сложных композиционных изделий встает вопрос о механических испытаниях, которые являются неотъемлемой частью разработки технологии производства многих деталей в различных отраслях промышленности. Необходимость тестирования в одних случаях обусловлена требованиями законодательства и сертификации, в других – элементами разработки и оптимизации. Испытания могут проводиться на универсальных стендах, которые широко выпускаются для научных и промышленных лабораторий производителями тензометрического оборудования. Однако универсальность промышленных стендов редко обеспечивает нужную чувствительность, которая необходима для оптимизации и полного соответствия нормативным документам. Проверка механических характеристик лыж выполняется согласно ГОСТ 30045-93, ISO 7138:2017, ISO 7798:2017 и других подходов [1].

Одним из тестов для проверки композиционных спортивных лыж является испытание на циклические нагрузки. Первоначальным способом создания циклических нагрузок было применение двигателя с использованием механической передачи с эксцентриком. Данный вариант характеризуется определенными сложностями механики.

В качестве альтернативы был выбран подход, который предполагает использование пневмоцилиндра с переключением посредством управляемого золотника. Данный вариант характеризуется более низкой стоимостью оборудования, отсутствием тангенциального взаимодействия между оборудованием и исследуемым объектом. Динамическое взаимодействие между пневмоцилиндром и упругой исследуемой структурой представляет собой сложный процесс. Это обусловлено не только анизотропией сил сопротивления композиционной конструкции в зависимости от направления воздействия, но и нелинейностью самой силы сопротивления лыжи. Своей динамикой обладает и сам пневмоцилиндр. При работе на частотах 1-3 Гц перераспределение воздушных потоков не проходят мгновенно, что приводит к нелинейному характеру воздействия силы на лыжу.

С целью оптимизации работы испытательного стенда, а также возможности получения дополнительной информации при проведении конструкторских разработок, была проведена серия испытаний с контролем геометрических перемещений одной из точек конструкции при

периодическом воздействии.

Технические средства, которые были предусмотрены в комплекте испытательного стенда, не позволили получить требуемую динамику фиксации результатов измерения геометрических параметров. По этой причине было решено проводить прямое измерение выхода датчика с помощью цифрового осциллографа. При сложной динамике изменения геометрии движения данный подход показал высокую зашумленность (рис. 1). По этой причине появилась необходимость выполнения сглаживания, которое основывалось на подходе, разработанном в [2-3]. Подход предполагает использование покадровой аппроксимации методом наименьших квадратов и спектральный анализ (рисунок 2).

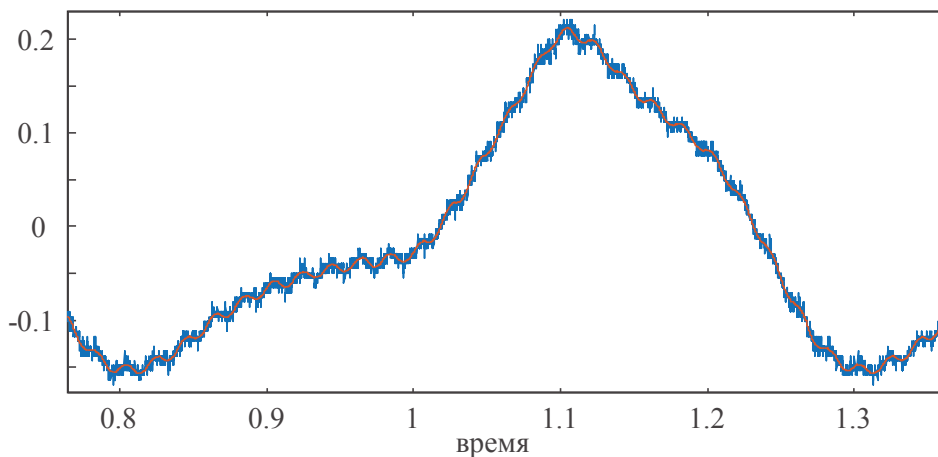


Рисунок 1 – Один такт исходного сигнала

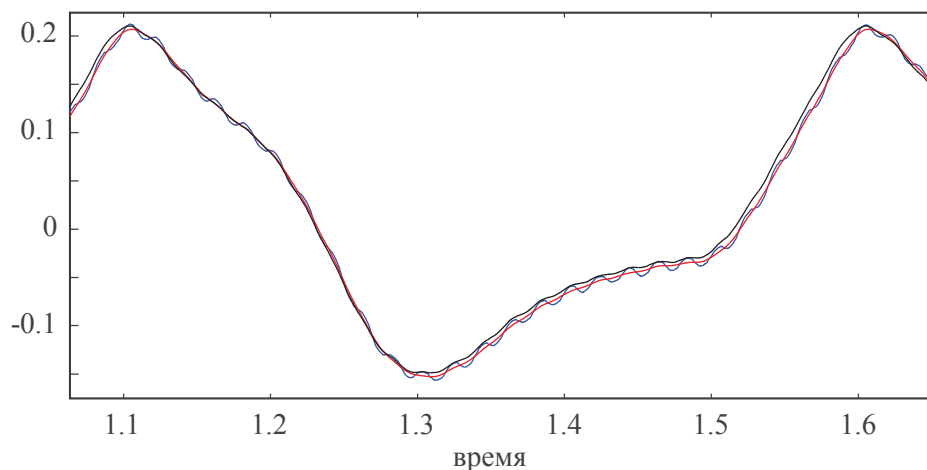


Рисунок 2 – Результаты сглаживания исходных трендов сигнала

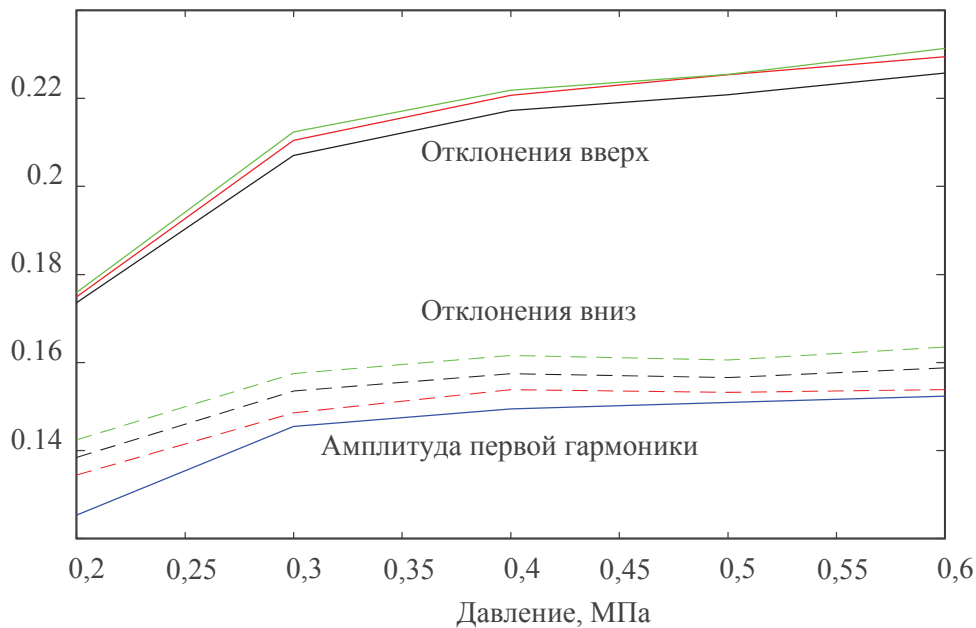


Рисунок 3 – Зависимость максимального отклонения давления в пневмоцилиндре вверх и вниз при разных вариантах сглаживания

Несмотря на то, что частоту переключения задает контроллер, наблюдаются небольшие флуктуации частоты, что затрудняет обработку результатов. В воздушном тракте присутствует саморегулятор давления, который формирует давление питания для пневмоцилиндра. Одной из первостепенных задач выступала задача оптимизации потребления воздуха. Зависимости отклонения от давления (рис. 3) показывают, что рациональным давлением питания будет давление в 0,35-0,4 МПа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Faturdo Orellana, R. Experimental Methods to Measure Mechanical Properties of Cross Country Skis: Load-displacement and Contact Surface.
2. Гринюк, Д. А. Использование алгоритмов аппроксимации для сглаживания трендов измерительных преобразователей / Д. А. Гринюк, И. Г. Сухорукова, Н. М. Олиферович // Труды БГТУ. Сер. 3, Физико-математические науки и информатика. – Минск : БГТУ, 2017. – № 2 (200). – С. 82-87
3. D. Hryniuk, I. Suhorukova and N. Oliferovich. Adaptive smoothing and filtering in transducers // 2016 Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream), Vilnius, Lithuania, 2016, pp. 1-4, doi: 10.1109/eStream39242.2016.7485917.