

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертационной работе БАЯНОВА Евгения Викторович на тему «Распространение упругих волн в коротких сплошных цилиндрах при продольном ударе», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Диссертационная работа Баянова Е.В. отражает одно из важных направлений научных исследований в области механики деформируемого твердого тела, связанное с распространением упругих волн при продольном ударном воздействии, применительно к коротким сплошным цилиндрам. Задача о распространении упругих волн в цилиндрах конечной длины при продольном ударе, с точки зрения волновых процессов при движении фронта волны, является недостаточно исследованной. Поэтому, актуальным представляется изучение факторов, влияющих на изменение скорости распространения упругой волны.

Диссертантом проведены теоретические и экспериментальные исследования по изучению факторов, влияющих на изменение скорости распространения упругой волны. Определено, что происходит изменение средней скорости распространения волны для малых длин цилиндров. Существуют такая длина цилиндра, равная $0,1 \dots 0,2$ его диаметра, при которой средняя скорость распространения волны превышает «стержневую» скорость ($c \approx 1,2 c_E$), а также длина, равная $0,5 \dots 0,8$ его диаметра, при которой средняя скорость волны оказывается меньше ($c \approx 0,6 c_E$).

Теоретически поставлена и решена задача о распространении упругой волны в цилиндре при ударе с помощью численного моделирования. Изучено влияние геометрических и физических параметров стержня на фазовую скорость волны. Решение поставленных задач проводилось на основе анализа математической модели, в рамках механики сплошной среды. Использована система уравнений, являющихся следствием законов сохранения массы, импульса и энергии, замыкаемая соотношениями упругопластического поведения материала Прандтля-Рейсса. В качестве критерия пластичности принят критерий Мизеса, однако в решаемых задачах предел текучести принимался заведомо высоким для проведения исследований в области упругости. Численная реализация алгоритма для решения этих уравнений выполнялась в рамках явной разностной схемы модифицированным методом типа Уилкинса. Численный расчет производился путем составления подпрограмм и объединения их с программным комплексом KRUG24,

разработанным в Институте теоретической и прикладной механики СО РАН А.И. Гулидовым.

Результаты численного решения показали, что длина цилиндра влияет на время контакта его с преградой и, соответственно, на среднюю скорость волны. При небольших длинах цилиндра не только уменьшается средняя скорость волны, но и возникает повторный отскок цилиндра от преграды.

Проведено экспериментальное исследование с использованием ультразвукового дефектоскопа для определения скорости распространения упругой волны в стержнях различной длины. Отличие экспериментальных данных от численных результатов не превышает 12%.

Решение этих задач потребовало от диссертанта углубленной проработки вопросов распространения ударных упругих волн в твердых телах, численных методов решения таких задач, проведения экспериментальных исследований для подтверждения теоретических результатов. В процессе работы над диссертацией Баянов Е.В. проявил стремление повышать свою квалификацию, при рассмотрении и принятии решений показал самостоятельность и зрелый исследовательский подход.

Новизна полученных автором результатов состоит в следующем:

- подробно описано явление повторного отскока однородного цилиндра от преграды при продольном ударе и проанализированы причины его возникновения;
- предложен метод определения отскока упругого цилиндра от жесткой преграды;
- исследовано влияние длины цилиндра на время контакта с абсолютно жесткой преградой при продольном ударе;
- показано, что упругая волна в цилиндре распространяется со скоростью, отличной от скорости звука в стержнях;
- с помощью ультразвукового дефектоскопа подтверждено, что скорость волны в коротких цилиндрах выше, чем скорость распространения в стержнях большой длины.

Практическая значимость состоит в том, что:

- предложенная закономерность изменения (повышения) скорости упругой волны на малом удалении от торца цилиндра может использоваться для уточнения методов неразрушающего акустического контроля при определении расстояния до дефекта;
- полученный алгоритм визуализации волн напряжений в цилиндре можно использовать в других задачах механики сплошной среды, в которых используется метод конечных элементов.

Достоверность теоретических исследований подтверждена экспериментами с применением ультразвуковой дефектоскопии с определением скорости распространения упругой волны в стержнях различной длины.

В целом содержание диссертации характеризуется внутренним единством по главам с постановкой задач исследования, анализом предшествующих работ, обобщений и выводов по результатам исследований. Диссертация выполнена качественно, обладает теоретической и практической ценностью. Работа написана в научном стиле, в тоже время материал изложен доступно и логично.

За период работы над диссертацией Баянов Е.В. проявил себя инициативным научным работником, трудолюбивым, способным к творческому мышлению и самостоятельному решению научно-технических задач на достаточно высоком уровне, показал настойчивость в достижении научной цели и умение анализировать полученные результаты.

Представленная диссертационная работа Баянова Е.В. удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, является законченной научно-исследовательской работой, которую можно охарактеризовать как решение задачи определения скоростей распространения упругих волн в коротких сплошных цилиндрах при продольном ударе, имеющей существенное значение для механики деформируемого твердого тела, и рекомендуется к защите на диссертационном совете Д 003.054.02 при Институте гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН по специальности 01.02.04 – Механика деформированного твердого тела.

Заведующий кафедрой
«Самолето- и вертолетостроение»
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Новосибирский государственный
технический университет»,
доктор технических наук, доцент

Н.В. Курлаев

Ученый секретарь НГТУ,
д.т.н., профессор



М. Шумилин