

В диссертационный совет Д 212.125.05  
при ФГБОУ ВО "Московский  
авиационный институт (национальный  
исследовательский университет)" МАИ  
125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,  
Волоколамское шоссе, д. 4

## ОТЗЫВ

*официального оппонента на диссертацию Крупенина Александра Михайловича "Исследование ударного взаимодействия слоистых элементов конструкций с жидкостью", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры"*

### **Актуальность выбранной темы.**

В современной технике широкое распространение получили слоистые материалы с высокими удельными характеристиками, в том числе они активно применяются в авиационных конструкциях и конструкциях взаимодействующих с жидкостью на различных этапах работы.

Для эффективного проектирования подобных конструкций необходимо уточнять их физические и математические модели и учитывать различные эффекты их деформирования и взаимодействия с окружающей средой.

Тема диссертации Крупенина А.М., посвященная решению поставленных задач, является актуальной.

### **Новизна исследования.**

Проблема ударного взаимодействия конструкций с жидкостью исследовалась на протяжении многих лет и остается актуальной по сей день. Однако влияние

воздушной прослойки между конструкцией и жидкостью на процесс ударного взаимодействия в полной связной постановке до сих пор не рассматривалось.

Поведение слоистых конструкций под действием различных нагрузок достаточно подробно изучено. Однако и в отечественных, и в зарубежных источниках отсутствуют решения задач взаимодействия слоистых конструкций с жидкостью в связной постановке. Учет связности, то есть взаимный учет деформаций тела, жидкости и воздушного слоя между ними, может существенно сказаться на процессе удара и погружения, и, как следствие, на несущей способности конструкции.

### **Значимость для науки и производства.**

Результаты, полученные в работе, могут быть использованы для расчета различных конструкций в проектной практике, в частности, при проектировании гидросамолетов и экранопланов, скоростных судов, а также других систем ударно взаимодействующих с жидкостью.

Результаты диссертации и опубликованных по ее теме работ Крупенина А.М. могут быть использованы в практической и научной работе в следующих организациях: АО «НИИ парашютостроения», ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н. Е. Жуковского» и др.

### **Достоверность.**

Достоверность полученных результатов базируется на комплексном применении современных математических методов анализа, удовлетворительном совпадении экспериментальных, аналитических и численных результатов.

### **Содержание диссертации.**

**В первой главе** диссертации приведена общая характеристика работы, рассмотрено современное состояние дел, проведен обзор литературы по теме диссертации. Обоснована актуальность и новизна работы.

**Во второй главе** приведена постановка задачи взаимодействия слоистых конструкций с идеальной сжимаемой жидкостью с учетом гравитационных сил и воздушной прослойки в связной постановке.

На основании метода конечных элементов разработана методика решения задач взаимодействия конструкций с жидкостью, учитывающая перечисленные выше факторы.

Верификация численной методики проводится путем сравнения решений полученных с ее помощью:

- 1) с аналитическим решением Поручикова В. Б. задачи об ударе абсолютно твердого диска о поверхность идеальной сжимаемой жидкости
- 2) с численным гидроупругим решением Шахверди Г. Г. задачи о вертикальном ударе круговой трехслойной пластины об идеальную сжимаемую жидкость
- 3) с экспериментальным решением Бельговой М. А. задачи о вертикальном ударе однослойной прямоугольной пластины об идеальную сжимаемую жидкость

Приводится аналитическое решение задачи об ударе трехслойной круговой пластины об идеальную сжимаемую жидкость, и на примере сравнения этого решения с решением той же задачи полученным по разработанной методике показывается влияние связности постановки задачи.

**В третьей главе** диссертации с помощью разработанной методики исследовано поведение ряда слоистых элементов конструкций (круговой, прямоугольной пластин и малокилеватого клина) при их вертикальном ударе о первоначально невозмущенную поверхность идеальной сжимаемой жидкости.

Исследуется влияние груза, воздушной прослойки и начальной скорости взаимодействия на динамическое поведение элементов конструкций.

Все полученные с необходимыми обоснованиями результаты являются новыми и имеют научную ценность.

По диссертации имеются **замечания:**

- в используемой модели жидкости не учтен фактор вязкости. В ряде работ (например, Шахверди Г. Г., на которого ссылается автор) показано, что вязкость жидкости может существенно сказаться на качественном распределении и количественном значении (около 10-15%) гидродинамического давления, действующего на тело.

