

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Михасева Геннадия Ивановича на диссертацию **Нестерчука Григория Анатольевича** на тему «Колебания и устойчивость тонкостенной упругой цилиндрической оболочки, сопряженной с пластинами разных форм», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Диссертация посвящена моделированию низкочастотных колебаний и устойчивости тонких упругих подкрепленных цилиндрических оболочек. Рассматриваются два варианта подкрепления, семейством упругих кольцевых пластин различной жесткости, а также упругой круглой пластиной или упругой сферической оболочкой, жестко прикрепленными к торцу цилиндра. Актуальность темы диссертации обусловлена широким использованием тонких подкрепленных цилиндрических оболочек в качестве ответственных элементов в авиа-, судо- и машиностроении. В основу предлагаемых моделей положена идея замены оболочки упругой балкой с дискретно прикрепленными к ней упругими пружинами. В качестве оптимального места размещения шпангоутов предлагается использовать узловые точки форм собственных колебаний неподкрепленной балки. Рассматриваются кольцевые шпангоуты различной высоты с различным законом изменения профиля шпангоутов вдоль оси оболочки. Из всех возможных форм колебаний рассматриваются моды, соответствующие преимущественно формам низкочастотных колебаний оболочки, либо изгибным формам осесимметричных колебаний кольцевых пластин, моделирующих шпангоуты. Особое место в диссертации занимают проблемы оптимального проектирования, заключающиеся в максимизации фундаментальной частоты, либо критического давления при фиксированной массе конструкции. Достоинством диссертации является сочетание аналитических методов и метода конечных элементов.

Все полученные в диссертации результаты являются новыми и имеют как научное, так и практическое значение. Их достоверность не вызывает сомнений, что подтверждается корректным использованием аналитических методов решения краевых задач, асимптотических оценок и сравнением полученных результатов с результатами конечно-элементного моделирования. Научная значимость результатов заключается в разработке алгоритма для исследования собственных низкочастотных колебаний и устойчивости подкрепленных цилиндрических оболочек при различном распределении жесткостей кольцевых шпангоутов вдоль оси оболочки. Практическая ценность результатов диссертации состоит в возможном использовании предложенной методики расчета собственных частот и предсказания несущей способности на стадии проектирования подкрепленных

цилиндрических оболочек как элементов тонкостенных конструкций. Неоспоримым положительным моментом, подчеркивающим достоверность и научную важность полученных результатов, является наличие большого количества публикаций (8 статей) в высокорейтинговых журналах и коллективных монографиях, индексируемых в Web of Science и/или в Scopus.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК Российской Федерации.

Несмотря на общее положительное впечатление от диссертации, имеется ряд замечаний:

1. При размещении шпангоутов на узловых линиях не учитывается жесткость шпангоутов на повороты (при больших значениях параметра  $k$ ), которая могла бы быть принята во внимание путем введения дополнительных **торсионных** пружин.

2. Уравнения (3.31) описывают осесимметричные колебания оболочки и не вполне подходят для описания нижнего спектра цилиндрической оболочки средней длины. Неясно также зачем выписаны данные уравнения, т.к. они далее не используются.

3. Стр. 27: В уравнении для отыскания эффективной жесткости  $\eta_s^*$  шпангоута параметр  $\lambda^s(0)$  сокращается, что приводит к выводу о том, что эффективная жесткость не зависит от физических и геометрических характеристик оболочки и шпангоута. Так ли это? Этот же вопрос относится и к уравнению для определения  $\eta_c^*$  (стр. 28), а также к соответствующим уравнениям, полученным при исследовании потери устойчивости подкрепленной шпангоутами цилиндрической оболочки (стр. 89 и 90).

4. Стр. 36: Утверждение «Оптимальным является использование таких шпангоутов, у которых первая частота колебаний совпадает с первой частотой колебаний оболочки» приведено без каких-либо доказательств или ссылки на литературу. Это же замечание относится к аналогичному утверждению, сделанному на стр. 41 (третий абзац снизу).

5. Не сформулирован четкий критерий выбора индексов интенсивности безмоментного решения и интегралов краевого эффекта при исследовании собственных колебаний цилиндрической оболочки, сопряженной на крае со сферой или пластиной. В частности, из каких соображений были определены данные индексы, приведенные в Табл.2.4 ?

6. Параграф 3.1.2 можно было бы опустить вместе с повторяющимися рисунками 3.1 (см. Рис. 1.2), 3.2 (см. Рис. 1.3), 3.3 (см. Рис. 1.4) и рядом уравнений и соотношений, а выписать лишь новые формулы для  $\alpha$ ,  $c_i$ ,  $\eta_i$ , ..., необходимые для решения краевых задач для уравнения (3.2).

Также имеет место ряд опечаток, например:

а) стр. 24: написано «  $I_1$  - энергия деформации пружин », должно быть «  $I_2$  - энергия... » Кроме того пояснение, сделанное для кинетической энергии балки (в скобках) вызывает недоумение;

б) в пределах одной главы одной и той же буквой  $u$  обозначены различные величины (см. стр. 34 и 39);

в) стр. 37 (заглавие Табл. 1.2): надо писать «...подкрепленной  $n_c$  шпангоутами»;

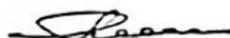
г) стр. 60: первое из граничных условий при  $s = l$  должно быть  $w_2 = u_p$ ?

д) стр. 89 (третий абзац): следует писать «В случае шарнирного опирания концов оболочки краевая задача (3.2), (3.3) имеет...»;

е) стр. 90 (первый абзац): следует писать «... формы колебаний неподкрепленной жестко заделанной балки (3.13)».

Вышеприведенные замечания не умаляют ни новизну, ни важность полученных в диссертации результатов. Считаю, что диссертация **Нестерчука Григория Анатольевича** на тему «Колебания и устойчивость тонкостенной упругой цилиндрической оболочки, сопряженной с пластинами разных форм» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель Нестерчук Григорий Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета  
СПбГУ А1.1.8.24.7044,  
доктор физико-математических наук,  
профессор, профессор кафедры астронавтики  
и механики, Школа астронавтики,  
Харбинский политехнический университет,  
г. Харбин, Китай



Г.И. Михасев

21.08.2024

