

ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ КОРАБЛЯ

УДК 534.28+534.121.1
EDN: LBCWAT

В.Ю. Кирпичников, В.Ю. Смольников
ФГУП «Крыловский государственный научный центр», Санкт-Петербург, Россия

О ВЛИЯНИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ РЕЗОНАНСНОГО ПЛАСТИНЧАТОГО ВИБРОПОГЛОТИТЕЛЯ С КРЕПЛЕНИЕМ У КОРОТКИХ КРОМОК НА ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Объект и цель научной работы. Объектом является пластина с типичными размерами однородных участков инженерных конструкций. Цель исследований – уменьшение уровней низшего резонансного максимума вибрации пластины полосовым вибропоглотителем.

Материалы и методы. Измерение значений низшей резонансной частоты колебаний и потерь колебательной энергии вариантов полосового вибропоглотителя, а также уровней вибрации демпфируемой пластины при его отсутствии и наличии. Сравнение уровней гасимого и смещенного вибропоглотителем резонансных максимумов в спектрах вибрации.

Основные результаты. Получена информация о влиянии на эффективность вибропоглотителя его ширины и толщины армирующего слоя покрытия.

Заключение. Приведенные результаты рекомендованы к использованию при разработке высокоэффективных полосовых вибропоглотителей, имеющих малые размеры и массу.

Ключевые слова: пластина, вибрации, резонансный максимум, полосовой вибропоглотитель, эффективность.

Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

SHIP SIGNATURES

UDC 534.28+534.121.1
EDN: LBCWAT

V.Yu. Kirpichnikov, V.Yu. Smolnikov
Krylov State Research Centre, St. Petersburg, Russia

RESONANCE STRIP VIBRATION ABSORBER FIXED NEAR SHORTER EDGES: EFFECT OF GEOMETRIC DIMENSIONS ON EFFICIENCY

Object and purpose of research. The object of the study is a plate with dimensions of a uniform section typical of engineering structures. The purpose is to reduce the lowest frequency resonance peaks of a plate with a strip vibration absorber.

Materials and methods. Measurements of the lowest frequency resonance and loss of oscillatory energy due to different strip vibration absorbers as well as vibration levels damped by the plate with and without the strip absorber. Comparison of damped and displaced resonance by the vibration absorber in vibration spectra.

Main results. Data is obtained on how the absorber width and thickness of reinforcing layer influence absorber efficiency.

Для цитирования: Кирпичников В.Ю., Смольников В.Ю. О влиянии геометрических размеров резонансного пластинчатого вибропоглотителя с креплением у коротких кромок на его эффективность. Труды Крыловского государственного научного центра. 2026; 1(415): 161–168.

For citations: Kirpichnikov V.Yu., Smolnikov V.Yu. Resonance strip vibration absorber fixed near shorter edges: effect of geometric dimensions on efficiency. Transactions of the Krylov State Research Centre. 2026; 1(415): 161–168 (in Russian).

Conclusion. These inputs are recommended for development of highly efficient strip vibration absorbers of limited size and mass.

Keywords: plate, vibration, resonance peak, strip vibration absorber, efficiency.

The authors declare no conflicts of interest.

Введение

Introduction

Одним из приоритетных направлений снижения уровней вибрации и шумоизлучения пластинчатых и оболочечных конструкций транспортных средств и оборудования различного функционального назначения является создание, с последующим практическим применением, высокоэффективных средств вибродемпфирования, имеющих малую массу в сравнении с массой демпфируемой конструкции.

К таким средствам относятся резонирующие (далее – резонансные) вибропоглотители в виде металлической (далее – основной) пластинки, на которой размещен вязкоупругий материал. В качестве последнего обычно используется самоклеящаяся полимерная пленка из поливинилацетата, обладающего наибольшими потерями колебательной энергии среди существующих вибропоглощающих материалов [1, 2].

Авторами настоящей статьи разработаны и находят практическое применение две разновидности резонансных пластинчатых вибропоглотителей (РПВ).

Самоклеящаяся полимерная пленка РПВ первого типа наносится одной стороной на пластинку, а другой приклеивается к демпфируемой конструкции. Влияние геометрических размеров на эффективность подобных РПВ экспериментально исследовалось в работах [3, 4]. Сделан, в частности, вывод о повышенной эффективности такого РПВ, когда он имеет ширину, при которой в полимерной пленке возникает низший резонанс упругих колебаний.

РПВ второй разновидности крепится к демпфируемой конструкции с зазором. Крепление осуществляют обычно с использованием либо одного, произвольно расположенного, либо двух, находящихся у коротких кромок основной пластинки, болтовых или иных механических соединений. Поглощение колебательной энергии в РПВ обеспечивают введением в его состав армированного вибропоглощающего покрытия (АВП), содержащего полимерную пленку и металлическую пластинку в качестве армирующего слоя покрытия.

Для достижения наибольшей эффективности второй разновидности РПВ резонансную частоту f_1

его изгибных колебаний настраивают на частоту f_p гасимого резонансного максимума изгибных колебаний демпфируемой конструкции.

При выполнении условия, что длина ℓ РПВ превышает его ширину b более чем в 2,5 раза, оценочное значение частоты f_1 определяют, обычно пренебрегая влиянием армирующего вибропоглощающего покрытия, с использованием следующей формулы для низшей резонансной частоты изгибных колебаний основной пластинки (полоски):

$$f_1 = \alpha_1 \sqrt{\frac{B}{m\ell^4}},$$

где α_1 – безразмерный коэффициент, зависящий от вида механического крепления полоски к демпфируемой конструкции (при жестких креплениях, находящихся у двух коротких кромок полоски, значение α_1 принимается равным 3,57); B и m – изгибная жесткость $Eh^3b/12$ и масса единицы длины ρhb полоски вибропоглотителя (h и b – толщина и ширина полоски, E и ρ – модуль Юнга и плотность ее материала).

Помимо описанного, достаточно приближенного выбора длины, оптимальной для достижения наибольшей эффективности РПВ, исследование влияния на нее других геометрических размеров вибропоглотителей с механическим креплением до настоящего времени не выполнялось.

Целью данной работы являлось экспериментальное исследование влияния ширины и толщины армирующего слоя АВП на эффективность резонансного пластинчатого вибропоглотителя с двумя болтовыми креплениями, по одному у каждой короткой кромки основной пластинки, при его установке на пластину с размерами и потерями колебательной энергии, типичными для участков (ячеек) различного рода пластинчатых инженерных конструкций, находящихся между их соседними подкрепляющими элементами. Основное внимание уделено уменьшению вибропоглотителем уровней низшего резонансного максимума в спектрах вибрации демпфируемой пластины, на частоте которого в большинстве практических случаев возникают наибольшие уровни ее шумоизлучения.

Работа выполнялась в два этапа. На первом определялись значения низшей резонансной частоты f_1

и коэффициента потерь η_1 колебательной энергии РПВ, отличающихся шириной его основной пластинки и толщиной армирующего слоя АВП. На втором этапе определялась эффективность РПВ с измененными вибрационными характеристиками.

Экспериментальные средства

Experimental equipment

Работы первого этапа выполнялись с использованием круглого стального диска диаметром 0,41 м и толщиной 40 мм. Диск находился на бетонном полу лабораторного помещения. Испытываемые вибропоглотители размещались в его средней части.

Схема установки на диске РПВ, имеющего наибольшую ширину $b = 0,15$ м, с размерами стальной основной пластинки: длина $\ell = 0,24$ м и толщиной $h = 1,5$ мм – приведена на рис. 1.

Последовательное возбуждение диска сосредоточенной силой осуществлялось в двух точках, находящихся у одной из опор (F_1) и напротив геометрического центра РПВ (F_2). В качестве вибровозбудителя использовался миниатюрный вибромолоток, содержащий датчик контроля возбуждающей диск поперечной к его поверхности силы удара F , Н.

АВП размещалось на верхней поверхности основной пластинки РПВ. Измерение ее вибрации – переходной (по отношению к точке удара) вибровозбудимости РПВ $A/F = 20 \lg(AF_0/\alpha F)$, дБ, осуществлялось в геометрическом центре (A – уровень виброускорения, м/с^2 ; α – пороговое значение виброускорения, 10^{-6} м/с^2 ; $F_0 = 1$ Н).

Определение эффективности РПВ с измеренными динамическими и диссипативными характеристиками проводилось с использованием уровней входной вибровозбудимости $A/F = 20 \lg(AF_0/\alpha F)$, дБ, пластины с размерами $0,52 \times 0,38 \times 3 \cdot 10^{-3}$ м, измеренных в ее геометрическом центре (ГЦ) при отсутствии и наличии испытываемого вибропоглотителя. Под эффективностью РПВ далее будет подразумеваться разница уровней исходного (при его отсутствии) низшего резонансного максимума в ГЦ пластины и наибольшего по уровню смещенного вибропоглотителем резонансного максимума A/F , дБ, пластины при наличии РПВ.

Низшая резонансная частота f_p изгибных колебаний демпфируемой пластины с закрепленными на монтажной рамке кромками согласно измерениям равнялась 155 Гц, а значение коэффициента потерь η колебательной энергии на указанной частоте – 0,003.

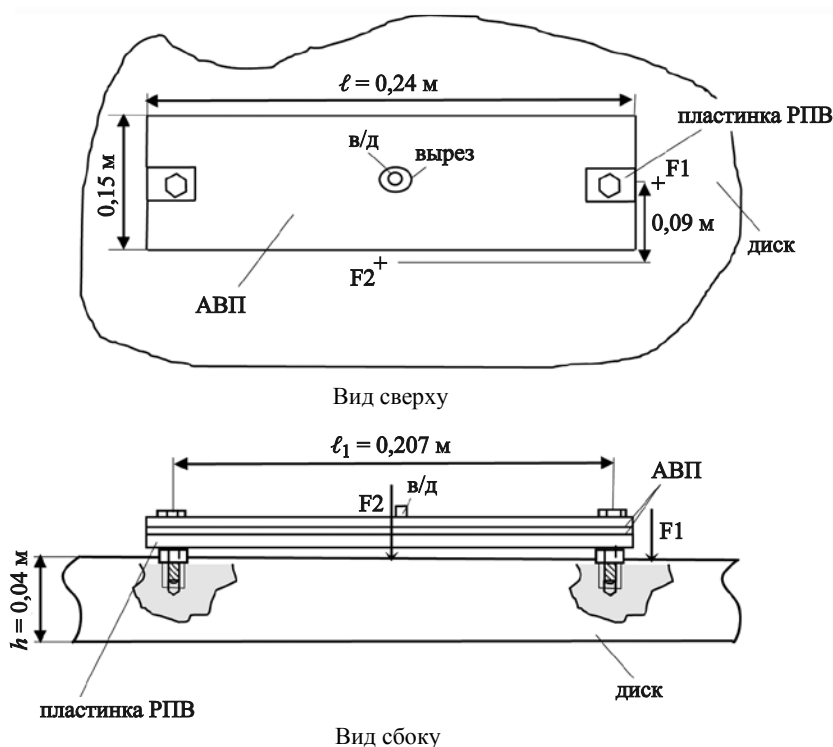


Рис. 1. Схема установки резонансного пластинчатого вибропоглотителя на стальном диске. Точки возбуждения и измерения вибрации

Fig. 1. Strip vibration absorber fitted to a steel disk. Vibration excitation and measurement points

Схема крепления РПВ к пластине была подобна ранее описанной схеме крепления к диску. Геометрический центр всех испытанных РПВ располагался над ГЦ демпфируемой пластины, а наибольший размер вибропоглотителей был параллелен ее длинным кромкам. Ударное возбуждение пластины миниатюрным вибромолотком с датчиком контроля силы F , Н, проводилось в ее ГЦ на стороне, противоположной расположению вибропоглотителей.

Согласно оценке по ранее приведенной формуле, длина ℓ вибропоглотителя, настроенного на низшую резонансную частоту изгибных колебаний демпфируемой пластины, при толщине его основной пластинки 1,5 мм равняется $\sim 0,24$ м. При этом его ширина b не должна быть более $\sim 0,09$ м ($\ell/2,5$).

Влияние ширины РПВ на его характеристики и эффективность исследовалось с использованием 7 образцов со значениями b , равными 2,5; 5; 7; 8; 9; 12 и 15 см. Основная пластинка каждого из указанных образцов облицовывалась с одной стороны вибропоглощающим покрытием с толщиной армирующего слоя из стали 0,5 мм. В качестве диссипативного слоя во всех случаях использовалась пленка марки ВПС-2,5 толщиной 0,5 мм, имеющая максимальный коэффициент вибропоглощения $\eta = 1-3$ в диапазоне температур примерно от 10 до 30 °С. Измерения проводились при комнатной температуре.

Зависимость характеристик и эффективности РПВ от толщины армирующего слоя вибропоглощающего покрытия на его основной пластинке исследовалась с использованием 9 образцов вибропоглотителей. Все образцы имели такие же, как ранее указанные ($\ell = 0,24$ м, $b = 0,09$ м и $h = 1,5$ мм), геометрические размеры, при которых обеспечивалась, согласно расчету, настройка частоты f_1 колебаний основной пластинки на низшую резонансную частоту f_p изгибных колебаний демпфируемой пластины (155 Гц). Армирующий слой 3 образцов выполнялся из алюминиевой фольги толщиной 20, 100 и 300 мк, еще 6 – из стали толщиной 0,18; 0,5; 1; 1,5; 2 и 3 мм. Диссипативный слой в виде полимерной пленки марки ВПС-2,5 имел толщину 0,5 мм.

Результаты измерений вибрационных характеристик резонансных пластинчатых вибропоглотителей

Measurement of vibration characteristics
of resonance strip absorbers

Типичные узкополосные спектры переходной вибро-возбудимости A/F , дБ, основной пластинки длиной

0,24 м и толщиной 1,5 мм, отражающие зависимости вибрационных (частота, уровни) и диссипативных (коэффициент потерь) характеристик от ширины РПВ, приведены на рис. 2 (см. вклейку). Испытанная пластинка была облицована покрытием с армирующим слоем из стали толщиной 0,5 мм. Все приведенные спектры измерены при возбуждении диска вблизи одного из креплений вибропоглотителей.

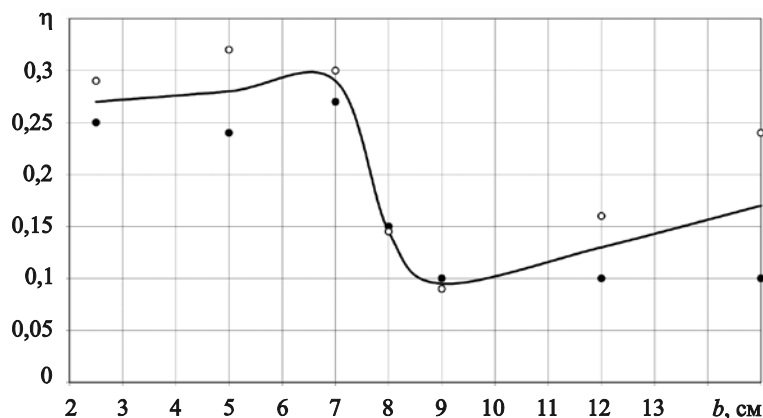
Анализ приведенных на рис. 2 и других измеренных спектров A/F , дБ, показал:

- увеличение ширины РПВ приводит к снижению частоты f_1 от ее наибольшего при $b = 2,5$ см и $b = 5$ см значения 158 Гц до значения ~ 123 Гц при ширине РПВ, равной 12 и 15 см;
- наиболее близкие к резонансной частоте колебаний демпфируемой пластины ($f_p = 155$ Гц) значения низшей резонансной частоты f_1 основной пластинки РПВ зарегистрированы, как и ожидалось, при размерах ее ширины от 2,5 до 9 см, удовлетворяющих ранее приведенному условию аппроксимации пластинки полоской;
- уровни переходной вибровозбудимости пластинки на частоте f_1 при разных значениях ширины РПВ отличаются от их средней величины в пределах ± 4 дБ;
- наименьшие уровни исследуемого резонансного максимума колебаний РПВ наблюдаются при ширине $b = 7$ см, когда в диссипативном слое из поливинилацетата, согласно расчетной оценке [4], предположительно возникает низший резонанс его упругих колебаний;
- наибольшие (от 0,24 до 0,32) величины коэффициента η_1 на частоте f_1 зарегистрированы при ширине РПВ 2,5; 5 и 7 см, а наименьшие (от 0,1 до 0,16) при значениях b , равных 8; 9 и 12 см (зависимость η_1 от ширины b РПВ приведена на рис. 3; кривая соединяет средние значения).

Анализ влияния толщины h_1 и относительной массы армирующего слоя вибропоглощающего покрытия на характеристики РПВ с размерами $0,24 \times 0,09 \times 1,5 \cdot 10^{-3}$ м проводился с использованием узкополосных спектров переходной вибровозбудимости основной пластинки, приведенных на рис. 4 и 5 (см. вклейку). Ударное возбуждение диска осуществлялось напротив ГЦ РПВ. На рис. 4 изображены спектры РПВ с армирующим слоем АВП в виде алюминиевой фольги, а на рис. 5 – в виде стальных пластинок.

Рис. 3. Коэффициент потерь η_1 основной пластинки резонансного пластинчатого вибропоглотителя длиной 0,24 м и толщиной 1,5 мм с различной шириной, облицованной покрытием с армирующим слоем из стали толщиной 0,5 мм

Fig. 3. Loss coefficient η_1 of the absorber's basic resonance strip of 0.24 m length and 1.5 mm thickness with different widths clad with a 0.5 mm steel layer reinforcement



К основным результатам анализа приведенной на рисунках информации отнесем следующие:

- покрытия с алюминиевой фольгой, имеющие малую, в сравнении с основной пластинкой РПВ, относительную массу μ_1 , уменьшают уровень A/F , дБ, на величину до 22 дБ при $\mu_1 \approx 6\%$, не изменяя частоту f_1 резонансного максимума; существенно меньшие уровни A/F , дБ, на частотах вне резонансного максимума остаются при этом практически без изменения (рис. 4);
- увеличение толщины h_1 армирующего слоя из стали до 1,5 мм ($\mu_1 \approx 100\%$) из-за повышения покрытием массы основной пластинки приводит к уменьшению значения f_1 до ~ 128 Гц; дальнейшее повышение толщины h_1 армирующего слоя увеличивает жесткость основной пластинки и значение ее нижней резонансной частоты до значения $f_1 = 162$ Гц при $h_1 = 3,0$ мм;
- уровни резонансных максимумов, смещенных покрытиями с армирующим слоем из стали, отличаются друг от друга в пределах погрешности акустических измерений.

На рис. 6 точками и соединяющей их линией приведены экспериментально-расчетные значения коэффициента потерь η РПВ при различных величинах относительной массы μ_1 покрытия на его основной пластинке.

Обращаясь к рис. 6, видим рост значений коэффициента потерь η до максимальной величины 0,13 при увеличении μ_1 до значения $\sim 36\%$. (Масса РПВ составила при указанном значении μ_1 8% массы демпфируемой пластины.) При более высоких значениях μ_1 величины η оказались меньшими.

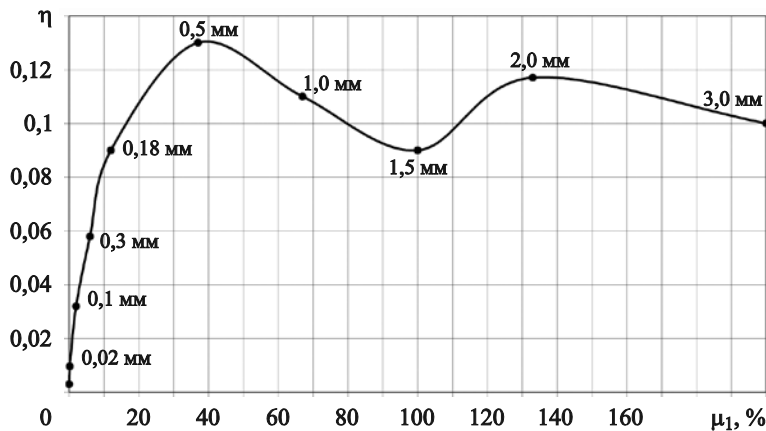
Результаты измерений эффективности резонансных пластинчатых вибропоглотителей

Efficiency measurements of resonance strip vibration absorbers

Влияние ширины вибропоглотителей с одинаковыми длиной (0,24 м) и толщинами основной пластинки (1,5 мм) и армирующего слоя АВП (0,5 мм)

Рис. 6. Зависимость коэффициента потерь η_1 резонансного пластинчатого вибропоглотителя от относительной массы μ_1 армирующего слоя покрытия

Fig. 6. Loss coefficient η_1 of strip vibration absorber versus relative mass μ_1 of reinforcing layer



на их эффективность определялось с использованием приведенных на рис. 7 (см. вклейку) узкополосных спектров входной вибровозбудимости демпфируемой пластины толщиной 3 мм, измеренных при отсутствии и наличии РПВ.

Величины эффективности РПВ, соответствующей разнице уровней входной вибровозбудимости пластины на резонансной частоте $f_p = 155$ Гц при отсутствии РПВ и уровней наибольшего смещенного вибропоглопителем резонансного максимума A/F , дБ, содержатся в табл. 1. Там же приведены значения частоты смещенного резонансного максимума с наибольшим уровнем колебаний пластины при нахождении на ней вибропоглопителей и их эффективность по уменьшению уровней аналогичного резонансного максимума в спектре воздушного шума, измеренного на расстоянии 1 м от ГЦ пластины.

К основным результатам анализа приведенной информации отнесем следующие:

- наибольшая эффективность РПВ зарегистрирована при значениях его ширины 5 см (32 дБ); 7 см (34 дБ); 15 см (31 дБ); масса соответствующих РПВ составляет примерно 4; 6 и 13 % массы демпфируемой пластины;
- повышенная эффективность двух первых РПВ обусловлена их большими собственными потерями колебательной энергии ($\eta_1 = 0,27$ и $0,29$) и близостью их резонансной частоты ($f_1 = 158$ и 146 Гц) к частоте гасимого резонансного максимума;
- достаточно высокая эффективность РПВ с шириной 15 см, имеющего в сравнении с ранее указанными ее величинами 5 и 7 см примерно в 2 раза меньшие потери колебательной энергии ($\eta = 0,16$) и далекую от $f_p = 155$ Гц резонансную частоту ($f_1 = 123$ Гц), с высокой вероятностью обусловлена его большой массой;

- величины эффективности конкретного вибропоглопителя по уменьшению им уровней вибрации и воздушного шума отличаются друг от друга не более чем на обычную погрешность акустических измерений.

Зависимость эффективности вибропоглопителей, отличающихся материалом и толщиной армирующего слоя покрытия, от их вибрационных и диссипативной характеристик определялась с использованием узкополосных спектров входной вибровозбудимости демпфируемой пластины, приведенных на рис. 8 и рис. 9 (см. вклейку). На обоих рисунках кривой 1 изображен спектр A/F , дБ, измеренный в ГЦ пластины при отсутствии на ней вибропоглопителей. Кривыми 2–4 на рис. 8 и 2–6 на рис. 9 приведены измеренные там же спектры входной вибровозбудимости A/F , дБ, при установке на пластину вибропоглопителей с армирующим слоем в виде алюминиевой фольги и стальных пластинок соответственно.

Схема установки вибропоглопителей на демпфируемую пластину была такой же, как при испытаниях вибропоглопителей, имеющих неодинаковую ширину.

Обращаясь к рис. 8, видим, что установка на пластину РПВ с толщинами алюминиевой фольги 20, 100 и 300 мк приводит к появлению в спектрах ее вибрации смещенных максимумов с уровнями наибольшего из них, меньшими уровня гасимого резонансного максимума на 8; 18 и 25 дБ соответственно. (Появление смещенных резонансных максимумов при малом отличии f_1 от f_p в спектрах переходной вибровозбудимости РПВ, представленных на рис. 4, обусловлено различным совместным влиянием на РПВ с алюминиевой фольгой диска (толщина 40 мм) и пластины (толщина 3 мм).) Эффективность РПВ с алюминиевой фольгой в покрытии на частоте 155 Гц гасимого резонансного мак-

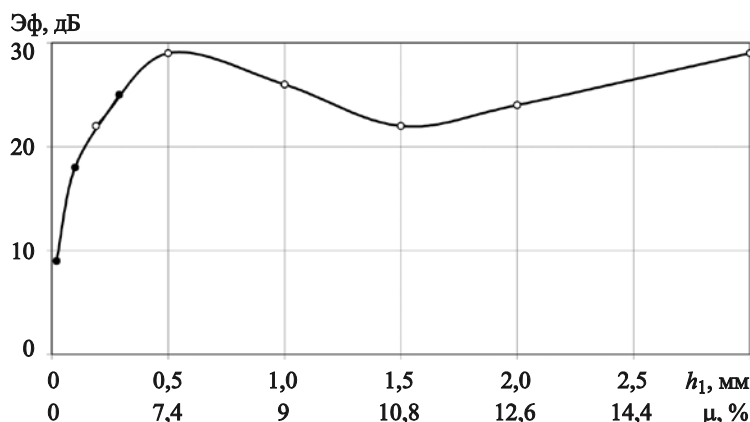
Таблица 1. Эффективность уменьшения уровней вибрации и воздушного шума резонансными вибропоглопителями, имеющими различную ширину

Table 1. Efficiency of resonance strip absorbers of different width in reducing vibration and air-borne noise levels

Наименование величин	Без РПВ	Ширина РПВ, см						
		2,5	5	7	8	9	12	15
Частота резонанса, Гц	155	150	139	129	175	174	170	178
Эффективность по вибровозбудимости, дБ	–	24	32	34	29	24	25	31
Эффективность по ВШ, дБ	–	22	31	33	30	27	27	32

Рис. 10. Эффективность уменьшения уровней входной вибровозбудимости демпфируемой пластины при установке резонансного пластинчатого вибропоглотителя (0,24×0,09×0,0015 м) с различной толщиной h_1 материала (● – АМГ; ○ – сталь) армирующего слоя армированного вибропоглощающего покрытия

Fig. 10. Efficiency of reducing input vibration excitation levels of the damped plate with the vibration absorber strip (0.24×0.09×0.0015 m) of different thickness h_1 of reinforcing layer (● – Al-Mg; ○ – steel)



сумма во всех случаях составляет ~50 дБ. Приведенные величины уменьшения уровней вибрации демпфируемой пластины получены при установке РПВ с относительной массой μ примерно от 0,4 до 6 % массы пластины.

Примерно такую же относительную массу μ и близкую эффективность (~22 дБ) в сравнении с РПВ на основе алюминиевой фольги толщиной 0,3 мм имеет вибропоглотитель с армирующим слоем в виде стальной пластинки толщиной 0,18 мм.

Увеличение толщины стальной пластинки армирующего слоя покрытия в составе вибропоглотителя до 0,5 мм и его относительной массы μ до 7,4 % привело к повышению эффективности РПВ до ~29 дБ (рис. 9).

Относительная масса μ_1 покрытия при указанной толщине армирующего слоя составляла 36 % массы основной пластинки РПВ, а коэффициент потерь η_1 равнялся 0,13 (рис. 6).

Дальнейшее утолщение армирующего слоя покрытия до 3 мм и относительной массы μ РПВ примерно до 16,3 % массы демпфируемой пластины эффективность вибропоглотителя не повысило. Зависимость эффективности РПВ от толщины h_1 армирующего слоя покрытия и относительной массы μ приведена на рис. 10.

Заключение

Conclusion

К основным результатам выполненной работы отнесем следующие:

- получена информация о вибрационных характеристиках резонансного пластинчатого вибропоглотителя и о влиянии на его эффективность ширины и толщины армирующего слоя покрытия;
- установлено, что РПВ с относительной массой μ примерно от 4 до 8 % массы демпфируемой пла-

стины при выполнении условия, что ширина b меньше $0,4\ell$, и близости значения резонансной частоты f_1 к частоте f_p гасимого резонансного максимума, а также при значениях коэффициента потерь η_1 колебательной энергии в вибропоглотителе не менее ~0,13 имеет эффективность по соотношению уровней гасимого ($\eta = 0,003$) и наибольшего смещенного резонансного максимумов, в пределах от 29 до 34 дБ; уровень гасимого резонансного максимума при наличии на пластине подобного РПВ уменьшается не менее чем на 40 дБ (рис. 8 и 9);

- уменьшение вибропоглотителем уровня гасимого резонансного максимума в спектре вибрации демпфируемой пластины приводит к такому же уменьшению уровня ее шумоизлучения.

При высокой эффективности всех испытанных РПВ в диапазоне частоты низшего резонансного максимума вибрации и шумоизлучения их установка на демпфируемую пластину не приводила к значимому повышению уровней исследуемых параметров на других частотах и существенно (на 10–20 дБ) уменьшала уровни резонансных максимумов с более высокими частотами.

Приведенные в статье результаты могут быть использованы при разработке конструкции малогабаритного и высокоэффективного резонансного пластинчатого вибропоглотителя с креплением у коротких кромок.

Список использованной литературы

- Алексеев С.А., Сятковский А.И. Вибродемпфирующие свойства полимерных пленок // Судостроение. 2015. № 6. С. 45–46.
- Киртичников В.Ю. Вред и польза резонансных явлений в элементах судовых конструкций. Санкт-Петербург : Крыловский государственный научный центр, 2019. 176 с.

3. *Кирпичников В.Ю., Смольников В.Ю., Олейников А.Ю.* О влиянии длины полосового вибропоглотителя на его эффективность // *Noise Theory and Practica*. 2025. Т. 11, № 2. С. 102–109.
4. *Кирпичников В.Ю., Смольников В.Ю., Яковлева Е.В.* Исследование влияния геометрических размеров полосового вибропоглотителя на его эффективность // *Труды Крыловского государственного научного центра*. 2025. Вып. 4(414). С. 151–156.

References

1. *Alexeev S.A., Syatkovsky A.I.* Damping parameters of polymeric films // *Sudostroenie*. 2015. No. 6. P. 45–46 (*in Russian*).
2. *Kirpichnikov V.Yu.* Structural resonances aboard ship: pros and cons. St. Petersburg : Krylov State Research Centre, 2019. 176 p. (*in Russian*).
3. *Kirpichnikov V.Yu., Smolnikov V.Yu., Oleinikov A.Yu.* Influence of the strip vibration absorber length on efficiency // *Noise Theory and Practice*. 2025. Vol. 11, No. 2. p. 102–109 (*in Russian*).
4. *Kirpichnikov V.Yu., Smolnikov V.Yu., Yakovleva E.V.* Investigation into effect of geometrical dimensions of

strip vibration absorber on its efficiency // *Transactions of Krylov State Research Centre*, 2025. Vol. 4(414). P. 151–156 (*in Russian*).

Сведения об авторах

Кирпичников Валерий Юлианович, д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ФГУП «Крыловский государственный научный центр». Адрес: 196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44. Тел.: +7 (812) 415-48-01. E-mail: sotnik26@bk.ru.

Смольников Василий Юрьевич, ведущий инженер ФГУП «Крыловский государственный научный центр». Адрес: 196158, Россия, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44. E-mail: krylov@ksrc.ru.

About the authors

Valery Yu. Kirpichnikov, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, Krylov State Research Centre. Address: 44, Moskovskoe sh., St. Petersburg, Russia, post code 196158. Tel.: +7 (812) 415-48-01. E-mail: sotnik26@bk.ru.

Vasily Yu. Smolnikov, Lead Engineer, Krylov State Research Centre. Address: 44, Moskovskoe sh., St. Petersburg, Russia, post code 196158. E-mail: krylov@ksrc.ru.

Поступила / Received: 23.09.25
Принята в печать / Accepted: 20.02.26
© Кирпичников В.Ю., Смольников В.Ю., 2026

Рис. 2. Узкополосные спектры переходной вибровозбудимости основной пластинки резонансного пластинчатого вибропоглотителя длиной 0,24 м и толщиной 1,5 мм, облицованной покрытием с армирующим слоем из стали толщиной 0,5 мм. Кривые соответствуют ширине РПВ 5 см (1), 7 см (2), 9 см (3), 12 см (4) и 15 см (5)

Fig. 2. Narrow-band spectra of transient vibration excitation in the resonance absorber strip of 0.24 m length and 1.5 mm thickness clad with coating reinforced with a 0.5 mm steel layer. Curves refers to the absorber strip width of 5 cm (1), 7 cm (2), 9 cm (3), 12 cm (4), and 15 cm (5)

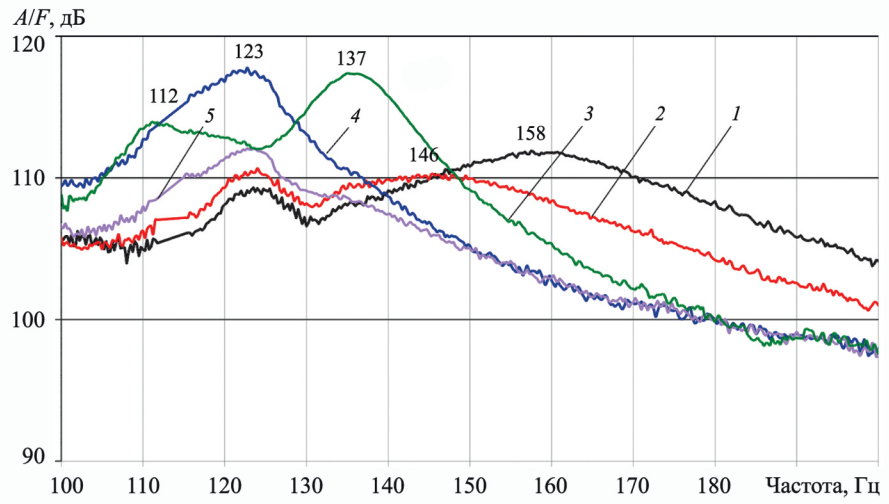


Рис. 4. Узкополосные спектры переходной вибровозбудимости основной пластинки резонансного пластинчатого вибропоглотителя с размерами 0,24×0,09×0,0015 м без АВП (1) и при наличии армированного вибропоглощающего покрытия (АВП) с армирующим слоем из алюминиевой фольги толщиной $h = 0,02$ мм (2), АВП $h = 0,1$ мм (3), АВП $h = 0,3$ мм (4)

Fig. 4. Narrow-band spectra of transient vibration excitation in the resonance absorber strip measuring 0.24×0.09×0.0015 m without reinforced vibration coating (1) with reinforced vibration coating clad with an aluminium foil of thickness $h = 0.02$ mm (2), $h = 0.1$ mm (3), $h = 0.3$ mm (4)

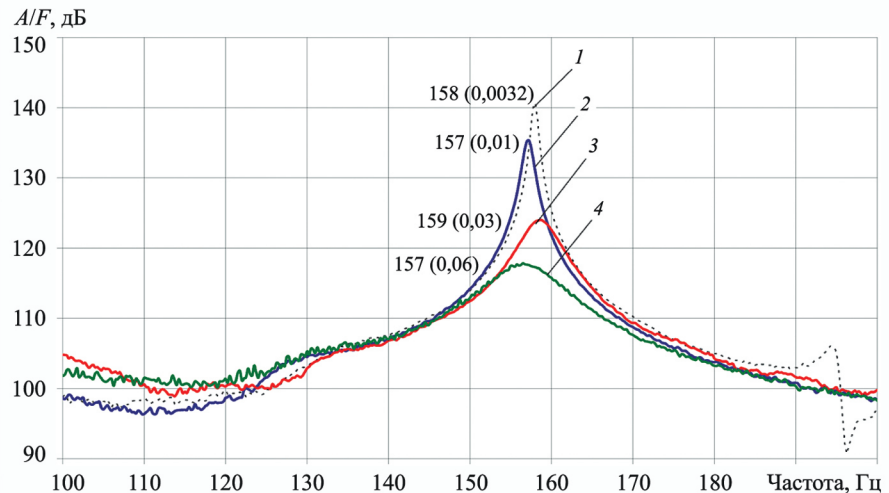
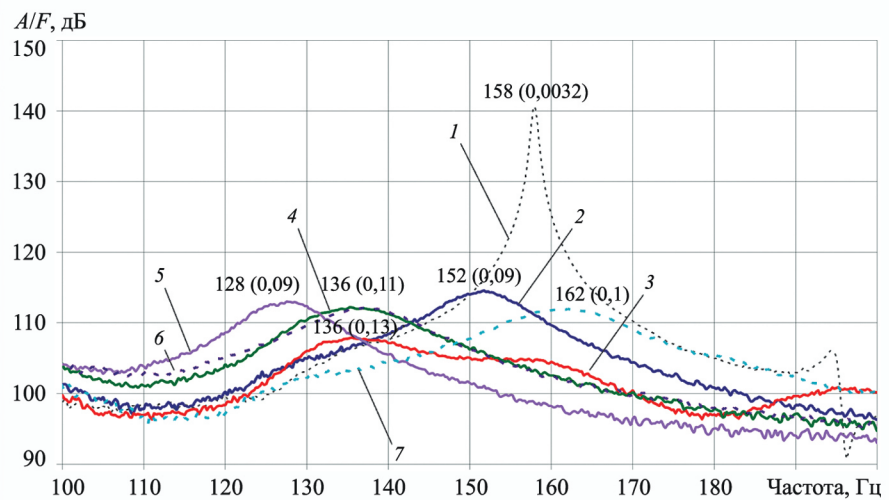


Рис. 5. Узкополосные спектры переходной вибровозбудимости основной пластинки резонансного пластинчатого вибропоглотителя с размерами 0,24×0,09×0,0015 м без армированного вибропоглощающего покрытия (1) и при его наличии с толщиной армирующего слоя 0,18 мм (2); 0,5 мм (3); 1 мм (4); 1,5 мм (5); 2 мм (6); 3 мм (7) из стали

Fig. 5. Narrow-band spectra of transient vibration excitation in the resonance absorber strip measuring 0.24×0.09×0.0015 m without reinforced vibration coating (1) with reinforced vibration coating clad with a reinforcing steel layer of 0.18 mm (2), 0.5 mm (3), 1 mm (4), 1.5 mm (5), 2 mm (6), 3 mm (7)



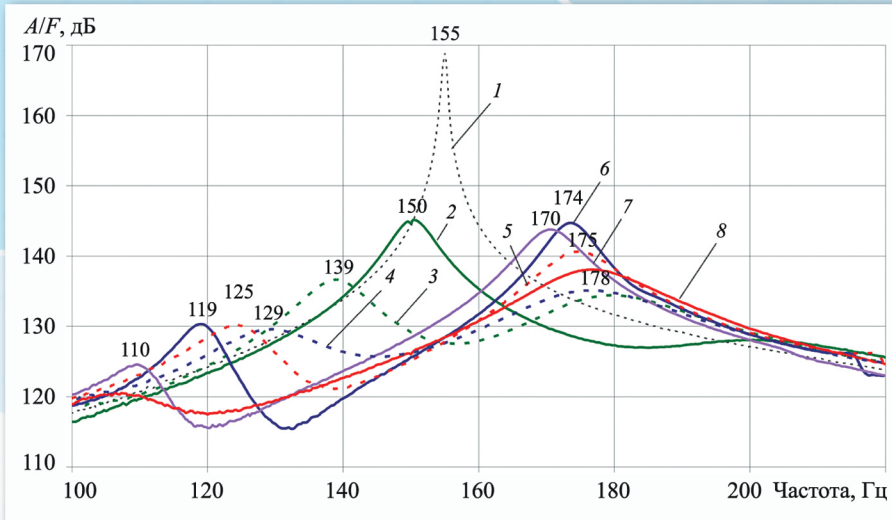


Рис. 7. Узкополосные спектры входной вибровозбудимости демпфируемой пластины при отсутствии (1) и наличии резонансного пластинчатого вибропоглотителя со стальной пластинкой длиной 0,24 м, толщиной 0,0015 м и шириной 0,025 м (2); 0,05 м (3); 0,07 м (4); 0,08 м (5); 0,09 м (6); 12 м (7) и 0,15 м (8)

Fig. 7. Narrow-band spectra of input vibration excitation of the damped plate without strip vibration absorber (1) and with a steel vibration absorber strip measuring 0.24 m length, thickness 0.0015 m and widths of 0.025 m (2), 0.05 m (3), 0.07 m (4), 0.08 m (5), 0.09 m (6), 12 m (7), and 0.15 m (8)

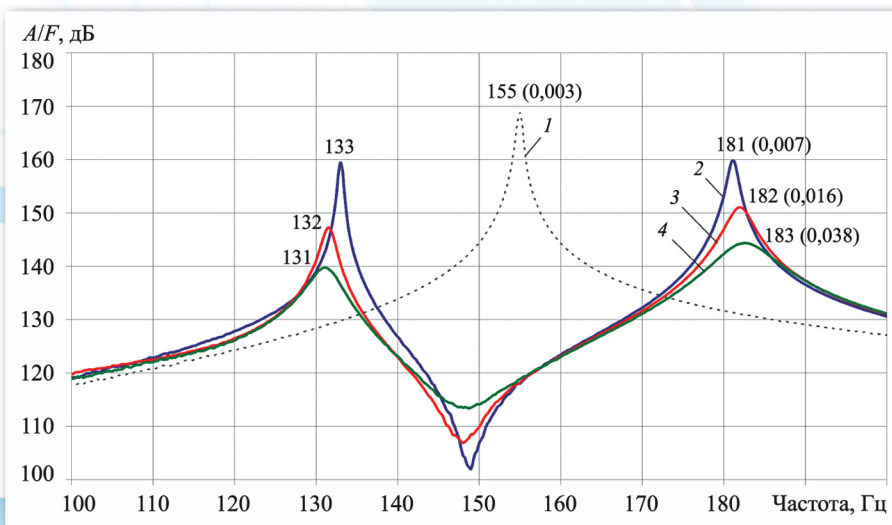


Рис. 8. Узкополосные спектры входной вибровозбудимости демпфируемой пластины при отсутствии (1) и наличии резонансного пластинчатого вибропоглотителя с размерами основной пластинки 0,24×0,09×0,0015 м и АВП с алюминиевой фольгой толщиной 0,02 мм (2); 0,1 мм (3) и 0,3 мм (4)

Fig. 8. Narrow-band spectra of input vibration excitation of the damped plate without strip vibration absorber (1) and with a resonance vibration absorber measuring 0.24×0.09×0.0015 m, and with reinforced vibration coating clad with an aluminium foil of thickness $h = 0.02$ mm (2), $h = 0.1$ mm (3), $h = 0.3$ mm (4)

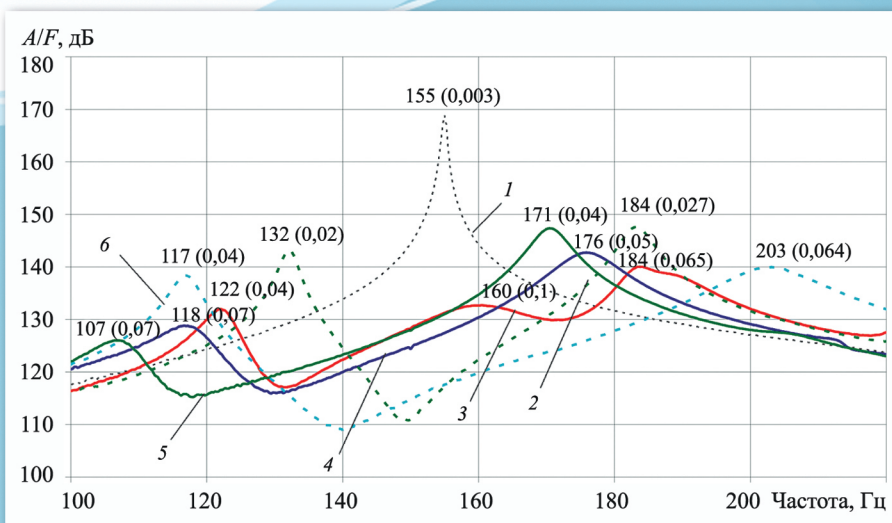


Рис. 9. Узкополосные спектры входной вибровозбудимости демпфируемой пластины при отсутствии (1) и наличии резонансного пластинчатого вибропоглотителя с размерами основной пластинки 0,24×0,09×0,0015 м и АВП со стальными пластинками толщиной 0,18 мм (2); 0,5 мм (3); 1 мм (4); 1,5 мм (5) и 3 мм (6)

Fig. 9. Narrow-band spectra of input vibration excitation of the damped plate without strip vibration absorber (1) and with a resonance vibration absorber strip measuring 0.24×0.09×0.0015 m, and with reinforced vibration coating clad with steel layers of thickness 0.18 mm (2), 0.5 mm (3), 1 mm (4), 1.5 mm (5) and 3 mm (6)