



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

ЦИРКУЛЯРНОЕ ПИСЬМО

№ 314-01-1491ц

от 28.12.2020

Касательно:

изменений к Правилам классификации и постройки морских судов с учетом опыта применения Правил

Объект(ы) наблюдения:

суда в постройке

Дата вступления в силу:
01.02.2021

Действует до:

Действие продлено до:

Отменяет/изменяет/дополняет циркулярное письмо №

от

Количество страниц: 1 + 42

Приложения:

Приложение 1: информация об изменениях, внесенных циркулярным письмом

Приложение 2: текст изменений к части XVI «Конструкция и прочность судов из полимерных композиционных материалов»

Генеральный директор

К.Г. Пальников

Текст ЦП:

Настоящим информируем, что после переиздания Правил классификации и постройки морских судов в 2021 году в них вносятся изменения, приведенные в приложениях к настоящему циркулярному письму.

Необходимо выполнить следующее:

1. Довести содержание настоящего циркулярного письма до сведения инспекторского состава подразделений РС, заинтересованных организаций и лиц в регионе деятельности подразделений РС.
2. Применять положения настоящего циркулярного письма при рассмотрении и одобрении технической документации на суда, контракт на постройку или переоборудование которых заключен 01.02.2021 или после этой даты, при отсутствии контракта — на суда, кили которых заложены или которые находятся в подобной стадии постройки 01.02.2021 или после этой даты, а также при рассмотрении и одобрении технической документации судов со сроком поставки 01.02.2021 или после этой даты.

Перечень измененных и/или дополненных пунктов/глав/разделов:

раздел 2: пункты 2.2.1, 2.2.4, таблицы 2.1 — 2.5;

раздел 3: рисунки 3.1 — 3.31, пункт 3.2.6.2.2, рисунок 3.32, пункт 3.2.6.2.4, рисунок 3.33, пункты 3.2.6.2.5, 3.2.6.3.2, рисунок 3.34, пункт 3.2.6.3.4, рисунки 3.35 — 3.39, пункт 3.2.6.3.9, рисунки 3.40 — 3.54;

раздел 4: рисунок 4;

раздел 5: таблицы 5.1 и 5.2, рисунки 5.1 и 5.2;

приложение 1: рисунок 1, пункт 1.1, рисунок 2, таблица 1, пункты 2.1 и 2.2, раздел 3, пункты 4.1 — 4.3, рисунки 4 — 6, таблица 4, пункты 5.1 — 5.3, таблицы 5 и 6, рисунки 7 и 8, раздел 6, таблица 7, раздел 7, таблица 8, пункты 8.1 и 8.2, рисунки 9 — 24, пункты 8.3 и 8.4, рисунки 25 — 29, пункты 9.1 — 9.3, рисунки 30 — 35

Исполнитель: Кордонец С.М.

314

+7 812 3128572

Система «Тезис» № 20-217481

**Информация об изменениях, внесенных циркулярным письмом
(для включения в Перечень изменений к соответствующему Изданию РС)**

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
1	Пункты 2.2.1, 2.2.4	Уточнено требование в отношении оформления типового одобрения ПКМ	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
2	Глава 2.3	Сквозная нумерация таблиц 2.1 — 2.5 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
3	Глава 3.1	Сквозная нумерация рисунков 3.1 и 3.2 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
4	Глава 3.2	Сквозная нумерация рисунков 3.3 — 3.49, а также таблицы 3.1 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
5	Рисунок 3.2.1.1.8 (перенумерованный рисунок 3.8)	Обозначения S_{01} и S_{02} заменены на S_0 и S_1	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
6	Рисунок 3.2.2.2.9 (перенумерованный рисунок 3.13)	Обозначение S_s заменено на S_s^2	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
7	Рисунок 3.2.6.2.2 (перенумерованный рисунок 3.31)	Повторяющиеся обозначения b_c^1, t_c^1 заменены на b_c^n, b_c^t, b_c^1 и t_c^1	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
8	Пункт 3.2.6.2.2	Уточнены параметры накладок для соединения без разделки стыкуемых кромок	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
9	Рисунок 3.2.6.2.4 (перенумерованный рисунок 3.32)	Перенесено обозначение t_{over} . Изменена схема в районе b_m (введены обозначения b_r, b_n)	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
10	Пункт 3.2.6.2.4	Уточнены параметры стыкового соединения трехслойных связей	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
11	Рисунок 3.2.6.2.5 (перенумерованный рисунок 3.33)	Уточнены обозначения	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
12	Пункт 3.2.6.2.5	Обозначение b_c заменено на b_s	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
13	Пункт 3.2.6.3.2	Параметру s добавлена размерность «мм»	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
14	Рисунок 3.2.6.3.2 (перенумерованный рисунок 3.34)	Перенесено обозначение R_{angl}	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
15	Пункт 3.2.6.3.4	Уточнены требования к пенопласту в среднем слое переборки в районе соединения с однослойной обшивкой. Уточнены параметры для определения размера утолщения	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
16	Рисунок 3.2.6.3.7 (перенумерованный рисунок 3.37)	Обозначение t_{angl}^{out} заменено на b_{angl}^{out} , обозначение $1S$ заменено на 15, обозначение t_{angl}^{in} заменено на t_{angl}^{out}	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
17	Рисунок 3.2.6.3.8-1 (перенумерованный рисунок 3.38)	Обозначение $1S$ заменено на 15, обозначение t_{angl}^{in} заменено на t_{angl}^{out}	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
18	Пункт 3.2.6.3.9	Уточнены основные параметры узлов соединения внутренней палубы (платформы) однослойной конструкции с обшивкой борта однослойной и трехслойной конструкции	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
19	Глава 3.3	Сквозная нумерация рисунков 3.50 — 3.54 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
20	Глава 4.2	Нумерация рисунка 4.1, а также ссылки на него заменены на 4.2.1	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
21	Глава 5.3	Сквозная нумерация таблиц 5.1 и 5.2, а также рисунков 5.1 и 5.2 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
22	Приложение 1, раздел 1	Сквозная нумерация таблицы 1 и рисунков 1 и 2 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
23	Приложение 1, рисунок 1.1 (перенумерованный рисунок 1)	Добавлена вертикальная ось Z(3)	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
24	Приложение 1, пункт 1.1	Введена формула для определения жесткости поперечного сечения балки на сдвиг	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
25	Приложение 1, пункт 2.1	Исключена формула для определения жесткости на сдвиг	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
26	Приложение 1, пункт 2.2	В экспликацию к формуле введено определение пролета балки	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
27	Приложение 1, раздел 3	Сквозная нумерация таблиц 2 и 3 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта. Уточнены определения в экспликации к формулам для определения напряженно-деформированного состояния однослойных пластин при изгибе	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
28	Приложение 1, раздел 4	Сквозная нумерация таблицы 4 и рисунков 4 — 6 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
29	Приложение 1, пункт 4.1	Введен новый пункт 4.1, содержащий требования к оценке устойчивости свободно опертых однослойных пластин при сжатии. Нумерация существующих пунктов 4.1 и 4.2 заменена на 4.2 и 4.3 соответственно	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
30	Приложение 1, пункты 4.2 и 4.3	Уточнены требования к ПКМ с параллельной и параллельно-диагональными схемами армирования	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
31	Приложение 1, рисунки 4.3-1 — 4.3-3 (перенумерованные рисунки 4 — 6)	Обозначения G_{12}^{bl} заменены на G_{12} , а обозначения E_p^{bl} заменены на E_1	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
32	Приложение 1, таблица 4.3 (перенумерованная таблица 4)	Обозначения G_{12}^{bl} заменены на G_{12} , а обозначения E_p^{bl} заменены на E_1	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
33	Приложение 1, раздел 5	Сквозная нумерация таблиц 5 и 6, а также рисунков 7 и 8 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
34	Приложение 1, пункт 5.1	Введен новый пункт 5.1, содержащий требования к оценке устойчивости свободно опертых однослойных пластин при сдвиге. Нумерация существующих пунктов 5.1.1 и 5.1.2 заменена на 5.2 и 5.3 соответственно	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
35	Приложение 1, пункты 5.2 и 5.3	Уточнены требования к определению касательного критического напряжения	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
36	Приложение 1, рисунки 5.2 — 5.3 (перенумерованные рисунки 7 — 8)	Обозначения G_{12}^{bl} заменены на G_{12} , а обозначения E_p^{bl} заменены на E_1	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
37	Приложение 1, таблица 5.2 (перенумерованная таблица 5)	Обозначения G_{12}^{bl} заменены на G_{12} , а обозначения E_p^{bl} заменены на E_1	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
38	Приложение 1, раздел 6	Введен новый рисунок 6. Нумерация таблицы 7, а также ссылки на нее заменены на 6	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
39	Приложение 1, таблица 7 (перенумерованная таблица 6)	Уточнены требования для всех видов нагружения	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
40	Приложение 1, раздел 7	Уточнены формулы для расчета максимальных прогибов, максимальных нормальных напряжений в несущих слоях и максимальных касательных напряжений в наполнителе для трехслойных пластин с изотропным наполнителем корпусных конструкций судов из ПКМ. Нумерация таблицы 8, а также ссылки на нее заменены на 7	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
41	Приложение 1, таблица 8 (перенумерованная таблица 7)	Уточнены требования для видов нагружения «Пластина нагружена моментом, равномерно распределенным по ширине пластины в любом сечении», «Поперечная нагрузка равномерно распределена в ограниченной области пластины на любом участке», «Поперечная нагрузка, распределенная по закону треугольника, приложена в ограниченной области пластины на любом участке»	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
42	Приложение 1, раздел 8	Сквозная нумерация рисунков 9 — 29 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта. Введен перечень обозначений. Уточнены подрисуночные подписи. Требования для вида нагружения «Кромки пластины жестко заделаны на опорном контуре» перенесены в новый пункт 8.4	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
43	Приложение 1, раздел 9	Сквозная нумерация рисунков 30 — 35 заменена нумерацией, соответствующей номеру пункта	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
44	Приложение 1, пункты 9.1 — 9.3	Текст преамбулы раздела перенесен в новый пункт 9.1. Нумерация существующих пунктов 9.1 — 9.2 заменена на 9.2 — 9.3 соответственно	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
45	Приложение 1, пункт 9.1	Уточнены условия, выполняемые для несущих слоев и заполнителя, а также для геометрических и упругих характеристик пластин	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021
46	Приложение 1, пункт 9.3 (перенумерованный пункт 9.2)	Уточнены требования к определению критической нагрузки	314-01-1491ц от 28.12.2020	01.02.2021

ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ СУДОВ, 2020,

НД № 2-020101-124

ЧАСТЬ XVI. КОНСТРУКЦИЯ И ПРОЧНОСТЬ СУДОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

2 МАТЕРИАЛЫ

1 **Пункт 2.2.1** заменяется следующим текстом:

«2.2.1 ПКМ, предназначенный для изготовления корпусов или судовых конструкций, а также связующие для изготовления ПКМ и заполнители среднего слоя должны быть одобрены Регистром (иметь СТО и/или Свидетельство Регистра на партию) в соответствии с частью I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов. Наличие Свидетельства Регистра на ПКМ не требуется при условии выполнения 2.2.4.3 настоящей части Правил. Применение связующего ПКМ для шлюпок допускается на основании отчетных документов предприятий (изготовителей) изделий или лабораторий, признанных РС.

Рекомендуется одобрение Регистра на армирующие материалы для изготовления ПКМ (см. 2.3.1.6)».

2 **Пункт 2.2.4** заменяется следующим текстом:

«2.2.4 Техническое наблюдение за изготовлением корпуса/конструкций из ПКМ.

2.2.4.1 До начала изготовления предприятием (изготовителем) (верфью) должно быть представлено следующее:

одобренная техническая документация в объеме, указанном в 1.4.2 (технические условия/спецификация на ПКМ, технологическая инструкция по изготовлению);

отчеты по результатам противопожарных испытаний ПКМ, выполненных в признанных Регистром лабораториях, с заключением о соответствии противопожарной защиты требованиям настоящих Правил, в соответствии с которыми одобрен проект судна;

в случае применения ПКМ, не описанных в настоящей части Правил, отчеты по результатам испытаний ПКМ в соответствии с согласованной программой испытаний (см. приложение 2).

2.2.4.2 Техническое наблюдение предусматривает следующее:

рассмотрение документов, представленных предприятием (изготовителем) в объеме, указанном в 2.2.3.2, подтверждающих способность предприятия производить изделия из ПКМ стабильного качества в требуемых объемах;

освидетельствование предприятия (изготовителя) с целью оценки возможностей предприятия по изготовлению корпусов/конструкций из ПКМ и системы контроля качества;

техническое наблюдение за изготовлением в объеме, указанном в 1.5.1;

техническое наблюдение за испытанием образцов ПКМ, вырезанных из технологических припусков или образцов-свидетелей (в зависимости от того, что применимо), соответствующих технической документации на выпуск продукции;

техническое наблюдение за дефектацией корпуса и ремонтом.

По результатам технического наблюдения за формированием корпуса или конструкции из ПКМ отчетные документы верфи подписываются инспектором РС согласно положениям разд. 13 «Техническое наблюдение за постройкой судов на верфи» части I Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов с приложением Свидетельств Регистра на материалы.

2.2.4.3 В процессе технического наблюдения за формированием корпуса или конструкции из ПКМ в случае отсутствия Свидетельства Регистра на ПКМ в дополнение к требованиям разд. 13 «Техническое наблюдение за постройкой судов на верфи» части I Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов оформляется Акт освидетельствования (форма 6.3.29) с целью подтверждения выполнения требований настоящей части Правил к ПКМ.».

- 3 Нумерация **таблицы 2.1**, а также ссылки на нее заменяются на **2.3.1.3**.
- 4 Нумерация **таблицы 2.2**, а также ссылки на нее заменяются на **2.3.2.2**.
- 5 Нумерация **таблицы 2.3**, а также ссылки на нее заменяются на **2.3.3.8**.
- 6 Нумерация **таблицы 2.4**, а также ссылки на нее заменяются на **2.3.5.9**.
- 7 Нумерация **таблицы 2.5**, а также ссылки на нее заменяются на **2.3.5.11**.

3 КОРПУС И НАДСТРОЙКИ СУДОВ

- 8 Нумерация **рисунка 3.1**, а также ссылки на него заменяются на **3.1.1**.
- 9 Нумерация **рисунка 3.2**, а также ссылки на него заменяются на **3.1.3**.
- 10 Нумерация **рисунка 3.3**, а также ссылки на него заменяются на **3.1.7**.
- 11 Нумерация **рисунка 3.4**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.1.1.6**.
- 12 Нумерация **рисунка 3.5**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.1.1.7-1**.
- 13 Нумерация **рисунка 3.6**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.1.1.7-2**.
- 14 Нумерация **рисунка 3.7**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.1.1.7-3**.
- 15 Нумерация **рисунка 3.8**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.1.1.8**.

16 **Рисунок 3.2.1.1.8** (перенумерованный рисунок 3.8) заменяется следующим:

«

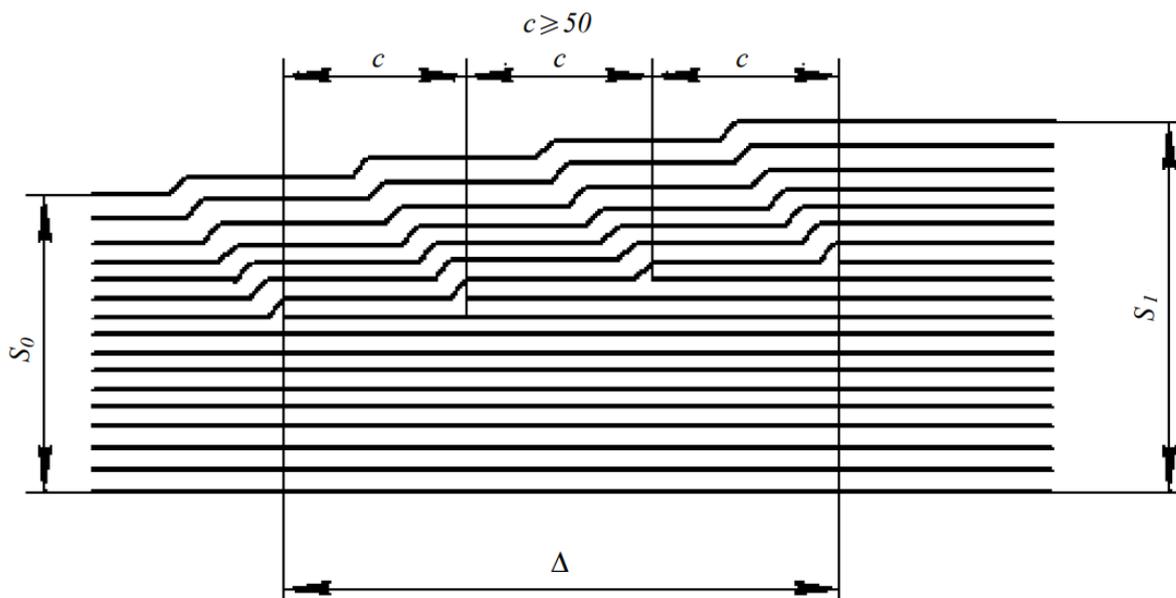


Рис. 3.2.1.1.8

Структура однослойной обшивки корпуса судна в районе изменения ее толщины».

17 Нумерация **рисунка 3.9**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.1.2.4-1**.

18 Нумерация **рисунка 3.10**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.1.2.4-2**.

19 Нумерация **рисунка 3.11**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.1.2.5**.

20 Нумерация **рисунка 3.12**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.2.2.5**.

21 Нумерация **рисунка 3.13**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.2.2.9**.

22 **Рисунок 3.2.2.2.9** (перенумерованный рисунок 3.13) заменяется следующим:

«

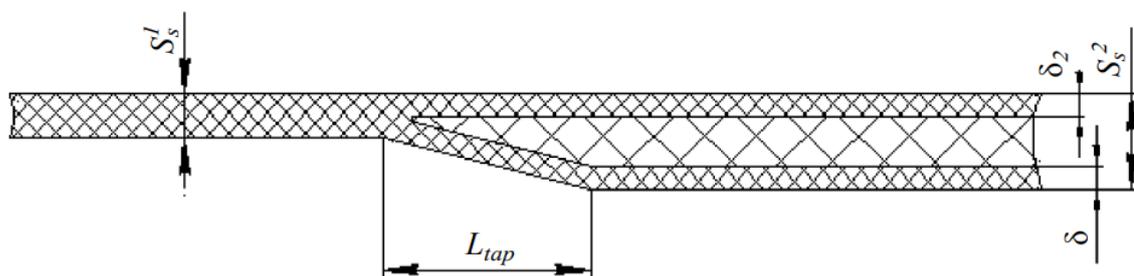


Рис. 3.2.2.2.9

Узел перехода от однослойного участка настила палубы к трехслойному».

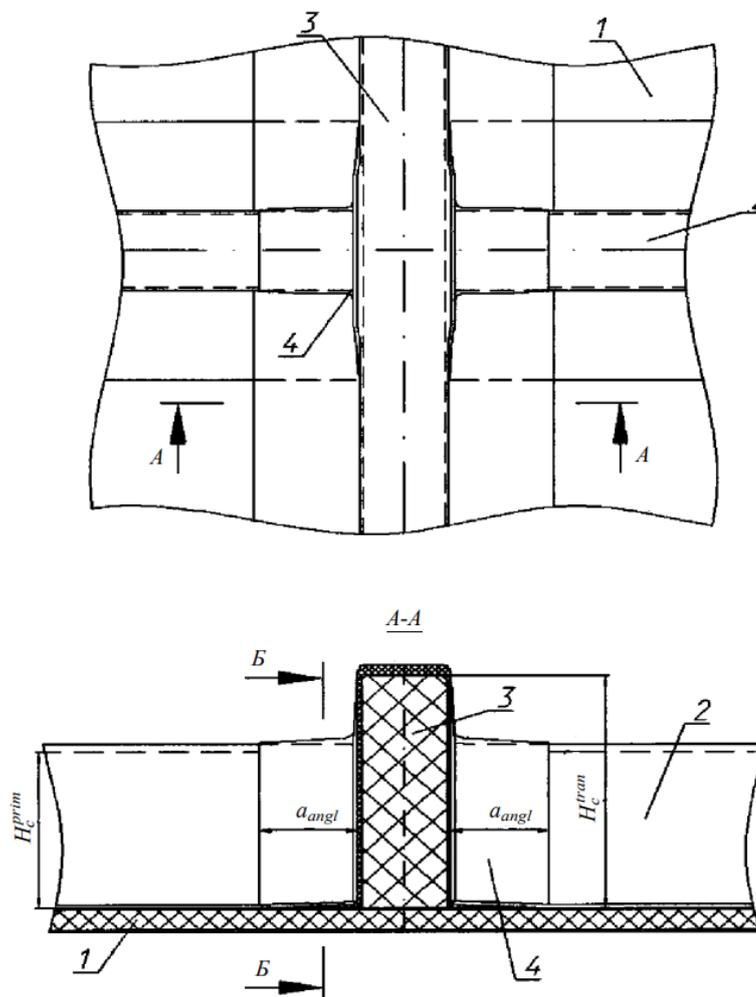
23 Нумерация **рисунка 3.14**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.2.1**.

24 Нумерация **рисунка 3.15**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.2.3**.

25 Нумерация **рисунка 3.16**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.9**.

- 26 Нумерация **таблицы 3.1**, а также ссылки на нее заменяются на **3.2.4.13**.
- 27 Нумерация **рисунка 3.17**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.15**.
- 28 Нумерация **рисунка 3.18**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.16**.
- 29 **Рисунок 3.2.4.16** (перенумерованный рисунок 3.18) заменяется следующим:

«



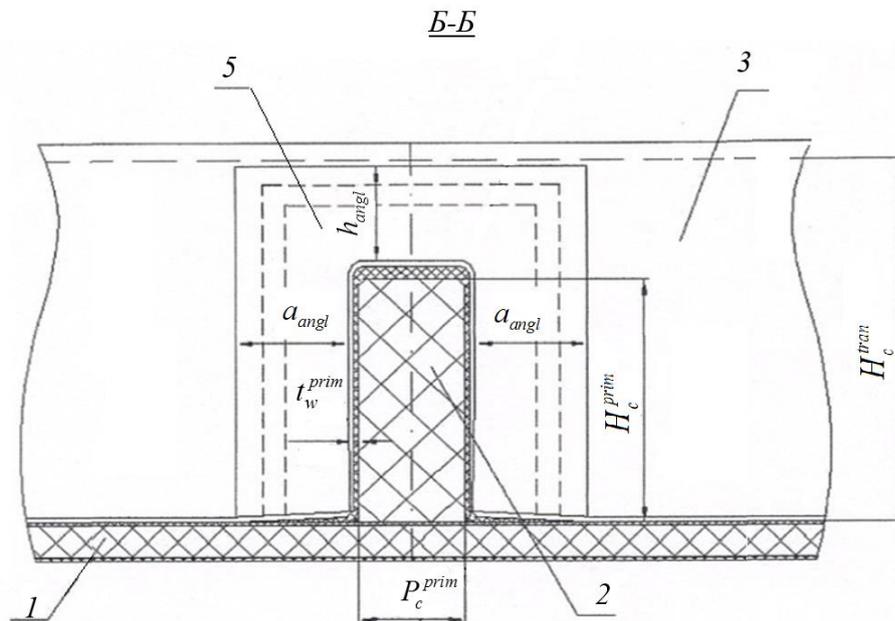


Рис. 3.2.4.16

Узел пересечения балок П-образного профиля разной высоты:

1 — обшивка (настил); 2 — продольная балка; 3 — поперечная балка; 4 — накладки-угольники;
5 — утолщение стенок поперечной балки:

$$a_{angl} \geq B_c^{prim}; t_{angl} = 0,8t_w^{prim}; h_{angl} \cong (H_c^{tran} - H_c^{prim}) \leq a_{angl} \gg.$$

30 Нумерация **рисунка 3.19**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.17**.

31 Нумерация **рисунка 3.20**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.18**.

32 Нумерация **рисунка 3.21**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.19**.

33 Нумерация **рисунка 3.22**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.21**.

34 Нумерация **рисунка 3.23**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.22**.

35 Нумерация **рисунка 3.24**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.23**.

36 Нумерация **рисунка 3.25**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.24**.

37 Нумерация **рисунка 3.26**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.25**.

38 Нумерация **рисунка 3.27**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.4.28**.

39 Нумерация **рисунка 3.28**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.5.2-1**.

40 Нумерация **рисунка 3.29**, а также ссылки на него заменяется на **3.2.5.2-2**.

41 Нумерация **рисунка 3.30**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.5.3**.

42 Нумерация **рисунка 3.31**, а также ссылок на него заменяются на **3.2.6.2.2**.

43 **Рисунок 3.2.6.2.2** (перенумерованный рисунок 3.31) заменяется следующим:

«

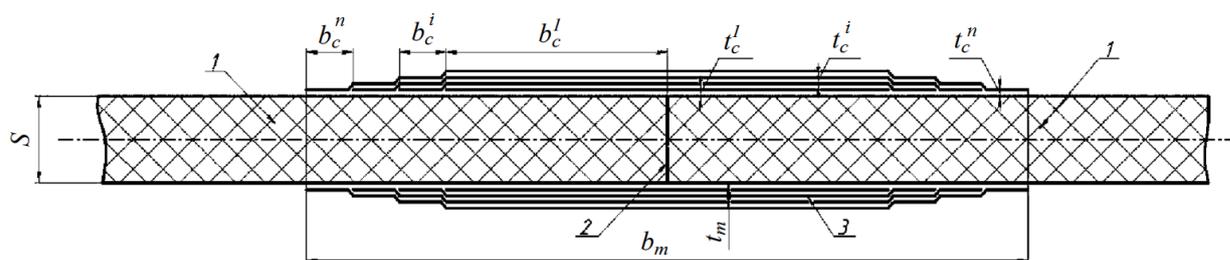


Рис. 3.2.6.2.2

Конструктивная схема стыкового (пазового) формованного соединения однослойных связей без разделки кромок:
1 — соединяемые связи; 2 — стык; 3 — накладки».

44 **Пункт 3.2.6.2.2** заменяется следующим текстом:

«**2** при толщине однослойных соединяемых связей не более 10 мм допускается выполнять соединение без разделки стыкуемых кромок (см. рис. 3.2.6.2.2).

Для данного типа соединения параметры накладок выбираются исходя из следующего:

$$b_m \geq 180 + 15s, \text{ мм};$$

$$b_c^1 = 30 \div 50, \text{ мм} \text{ — половина ширины первого слоя ткани накладки};$$

$$b_c^i = 15 \div 25, \text{ мм} \text{ — ширина ступеньки};$$

$$b_c^n = 40 \div 50, \text{ мм} \text{ — ширина последней } n\text{-ой ступеньки накладки};$$

$t_m \geq 0,5s, \text{ мм}$ — для соединительных накладок, имеющих параллельную структуру армирования ($0^\circ/90^\circ$);

$t_m \geq 0,8s, \text{ мм}$ — для соединительных накладок, имеющих параллельно-диагональную структуру армирования ($0^\circ/90^\circ$)($+45^\circ/-45^\circ$);

t_c^1, t_c^i, t_c^n — высота ступеньки, равная суммарной толщине слоев ткани, образующих ступеньку.».

45 Нумерация **рисунка 3.32**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.6.2.4**.

46 **Рисунок 3.2.6.2.4** (перенумерованный рисунок 3.32) заменяется следующим:

«

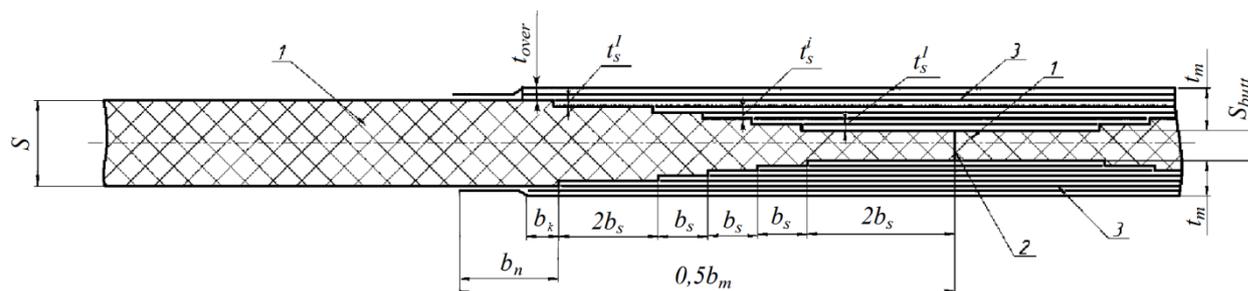


Рис. 3.2.6.2.4

Конструктивная схема стыкового (пазового) формованного соединения однослойных связей с двухсторонней ступенчатой разделкой кромок:

1 — соединяемые связи; 2 — стык; 3 — накладки».

47 **Пункт 3.2.6.2.4.** Предпоследний и последний абзацы заменяются следующим текстом:

«Параметры стыкового соединения трехслойных связей определяются исходя из следующего:

$$S_{butt} = m'''_{butt} \cdot t_d, \text{ мм};$$

$$m'''_{butt} \geq 2;$$

$$n_1 = m''' - m'''_{butt};$$

m''' — количество слоев ткани в несущем слое;

m'''_{butt} — количество слоев ткани в стыке несущих слоев;

$n_2 = (n_1 - 6)/3$ (если n_2 — дробное число, то оно округляется до наименьшего целого);

$$t_m > \delta_{imax}, \text{ мм},$$

где δ_{imax} ($i = 1,2$) — максимальная толщина одного из двух несущих слоев;

S_{butt} — толщина несущих слоев в стыке.

Остальные параметры накладок, количество ступенек и их высота определяются из приведенных выше соотношений для ступенчатого соединения однослойных связей;».

48 Нумерация **рисунка 3.33**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.6.2.5**.

49 **Рисунок 3.2.6.2.5** (перенумерованный рисунок 3.33) заменяется следующим:

«

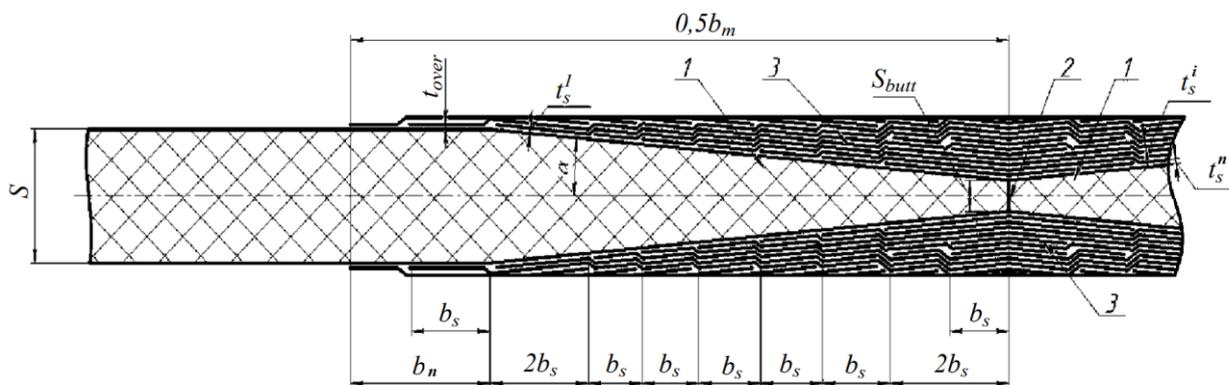


Рис. 3.2.6.2.5

Конструктивная схема стыкового (пазового) формованного соединения однослойных связей с двухсторонней разделкой кромок «на ус»:

1 — соединяемые связи; 2 — стык; 3 — накладки.

50 **Пункт 3.2.6.2.5.** Определение параметра b_c в формуле после предложения «Выбор параметров стыкового соединения однослойных связей с разделкой «на ус» производится исходя из следующего:» заменяется следующим текстом:

$$\langle b_c = 15 \div 20, \text{ мм} \rangle.$$

51 **Пункт 3.2.6.3.2.** Параметру «s» добавляется размерность «мм»:

«где s — толщина горизонтальной связи, мм;».

52 Нумерация **рисунка 3.34**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.6.3.2**.

«

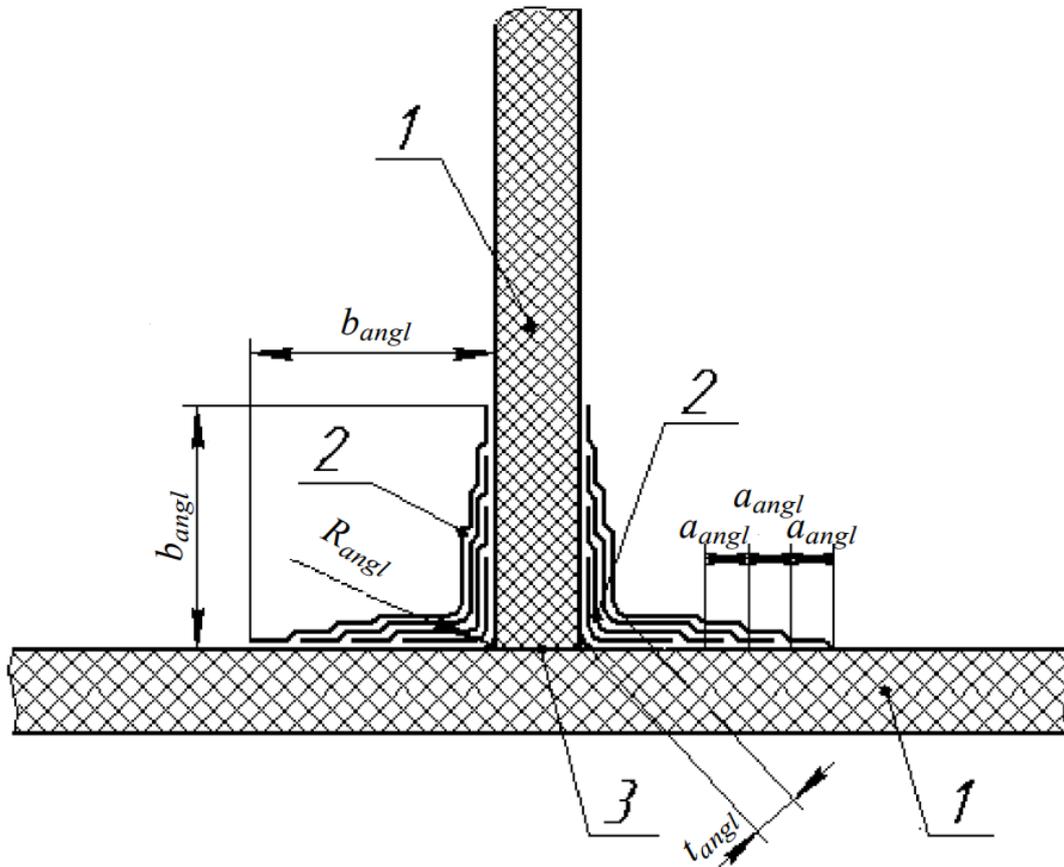


Рис. 3.2.6.3.2

Конструктивная схема углового формованного соединения:

1 — соединяемые связи; 2 — приформовочные угольники; 3 — поверхность контакта».

54 Пункт 3.2.6.3.4 заменяется следующим текстом:

«.4 для нагруженного углового соединения горизонтальная однослойная связь выполняется с утолщением под вертикальной связью, которая может быть как однослойной, так и трехслойной, например, соединение однослойной обшивки корпуса с трехслойной переборкой. Пенопласт в среднем слое переборки в районе соединения с однослойной обшивкой должен быть заменен на пенопласт повышенной на $30 \div 40 \text{ кг/м}^3$ плотности (но не выше 200 кг/м^3) в виде закладных элементов определенных размеров (см. рис. 3.2.6.3.4).

Утолщение обшивки производится путем введения дополнительных слоев ткани (ровинговой или биаксиальной с армированием $(0^\circ/90^\circ)$) между основными слоями с укладкой вдоль вертикальной связи (поперек корпуса). Утолщение выполняется с уменьшением толщины к краям, перекрывая каждым слоем ткани предыдущий слой с шагом $20 - 25 \text{ мм}$. Размеры утолщения определяются исходя из следующего:

$$t_{th} = (0,2 \div 0,3) S_{shell};$$

$$B_{th} \geq 2(b_{th} + 6t_{th}) + S_{bulk}, \quad b_{th} = b_{angl} + 5 \text{ мм};$$

$$b_{angl} \geq 16t_{angl}, \quad t_{angl} \geq 0,6s_p,$$

где $s_p = \max(S_{shell}, S_{bulk})$ — для соединения однослойных связей;

$S_p = \max(S_{shell}, \delta_{bulk} + \delta_{bulk})$ — для соединения однослойной и трехслойной связей;

δ_{bulk} — толщина несущего слоя трехслойной связи;

$$R_{angl} = 2t_{angl};$$

$$l_{angl}^{bulk} = 1,2 S_{bulk}; \text{»}.$$

- 55 Нумерация **рисунка 3.35**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.6.3.4**.
- 56 Нумерация **рисунка 3.36**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.6.3.5**.
- 57 Нумерация **рисунка 3.37**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.6.3.7**.
- 58 **Рисунок 3.2.6.3.7** (перенумерованный рисунок 3.37) заменяется следующим:

«

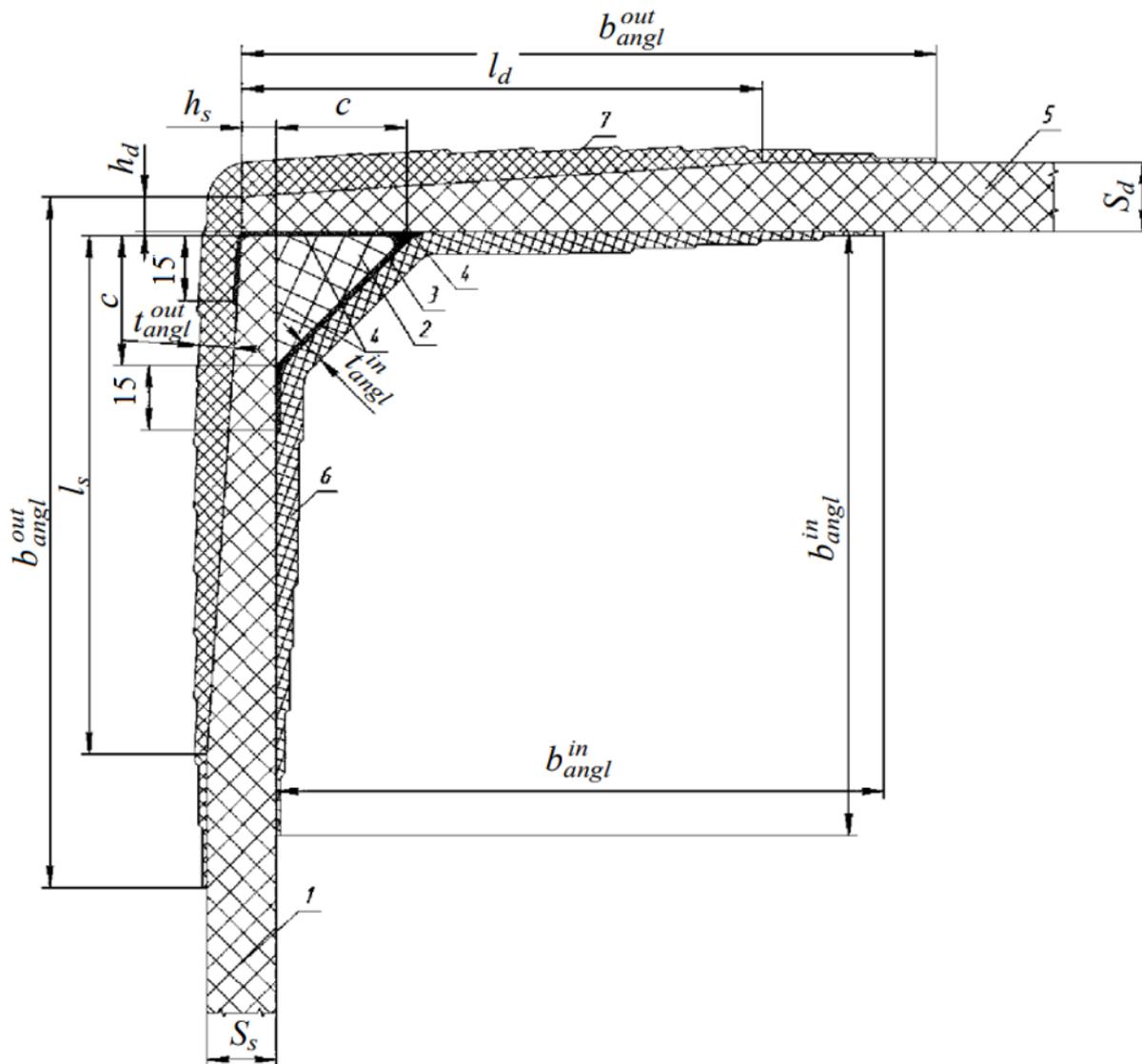


Рис. 3.2.6.3.7

Узел соединения однослойных конструкций борта и верхней палубы переменной толщины с установкой опорного элемента:

1 — борт; 2 — опорный элемент; 3 — обформовка опорного элемента; 4 — адгезионный состав; 5 — настил верхней палубы; 6 — внутренний приформовочный угольник; 7 — наружный приформовочный угольник».

- 59 Нумерация **рисунка 3.38**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.6.3.8-1**.

60 **Рисунок 3.2.6.3.8-1** (перенумерованный рисунок 3.38) заменяется следующим:

«

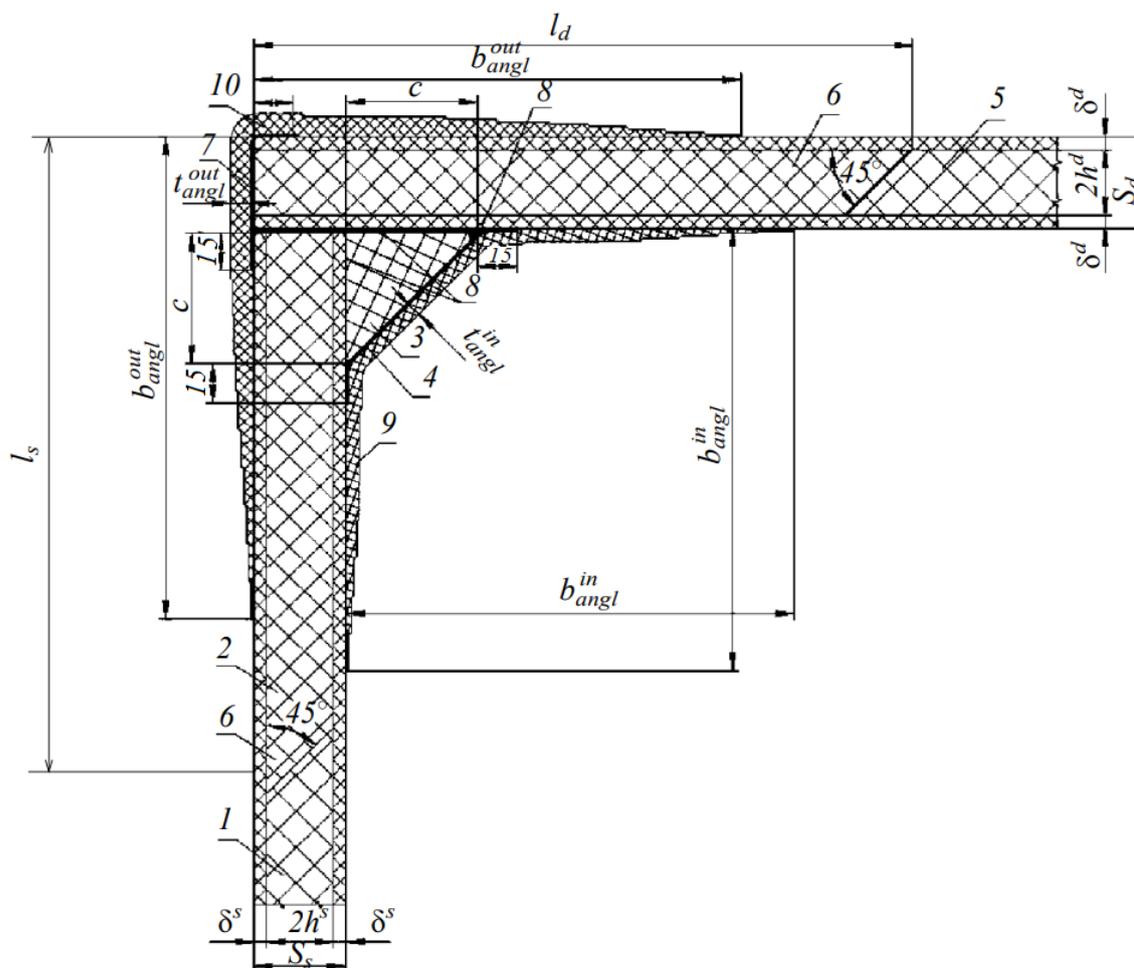


Рис. 3.2.6.3.8-1

Узел соединения настила верхней палубы и обшивки борта трехслойной конструкции (Вариант А):
1 — обшивка борта; 2 — усиление из пенопласта повышенной плотности; 3 — опорный элемент;
4 — обформовка; 5 — настил палубы; 6 — усиление из пенопласта повышенной плотности; 7 — обформовка;
8 — адгезионный состав; 9 — внутренний приформовочный угольник; 10 — наружный приформовочный угольник».

61 Нумерация **рисунка 3.39**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.6.3.8-2**.

62 **Пункт 3.2.6.3.9.** Предпоследний абзац заменяется следующим текстом:

«Основные параметры эти узлов соединений определяются исходя из следующего:
 $c \geq 1,2 \max(s_s, s_d)$; $t_{angl} \geq 0,4s_s$ или $t_{angl} \geq 2\delta^s$ (для трехслойной обшивки);
 $b_{angl} \geq 15t_{angl} + c \geq 2s_s$ ».

63 Нумерация **рисунка 3.40**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.6.3.9-1**.

64 Нумерация **рисунка 3.41**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.6.3.9-2**.

65 Нумерация **рисунка 3.42**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.7.5**.

66 Нумерация **рисунка 3.43**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.7.6-1**.

67 Нумерация **рисунка 3.44**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.7.6-2**.

- 68 Нумерация **рисунка 3.45**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.7.6-3**.
- 69 Нумерация **рисунка 3.46**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.8.7-1**.
- 70 Нумерация **рисунка 3.47**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.8.7-2**.
- 71 Нумерация **рисунка 3.48**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.8.7-3**.
- 72 Нумерация **рисунка 3.49**, а также ссылки на него заменяются на **3.2.8.7-4**.
- 73 Нумерация **рисунка 3.50**, а также ссылки на него заменяются на **3.3.2.12-1**.
- 74 Нумерация **рисунка 3.51**, а также ссылки на него заменяются на **3.3.2.12-2**.
- 75 Нумерация **рисунка 3.52**, а также ссылки на него заменяются на **3.3.3.2**.
- 76 Нумерация **рисунка 3.53**, а также ссылки на него заменяются на **3.3.3.3-1**.
- 77 Нумерация **рисунка 3.54**, а также ссылки на него заменяются на **3.3.3.3-2**.
- 78 **Рисунок 3.3.3.3-2** (перенумерованный рисунок 3.54) заменяется следующим:

«

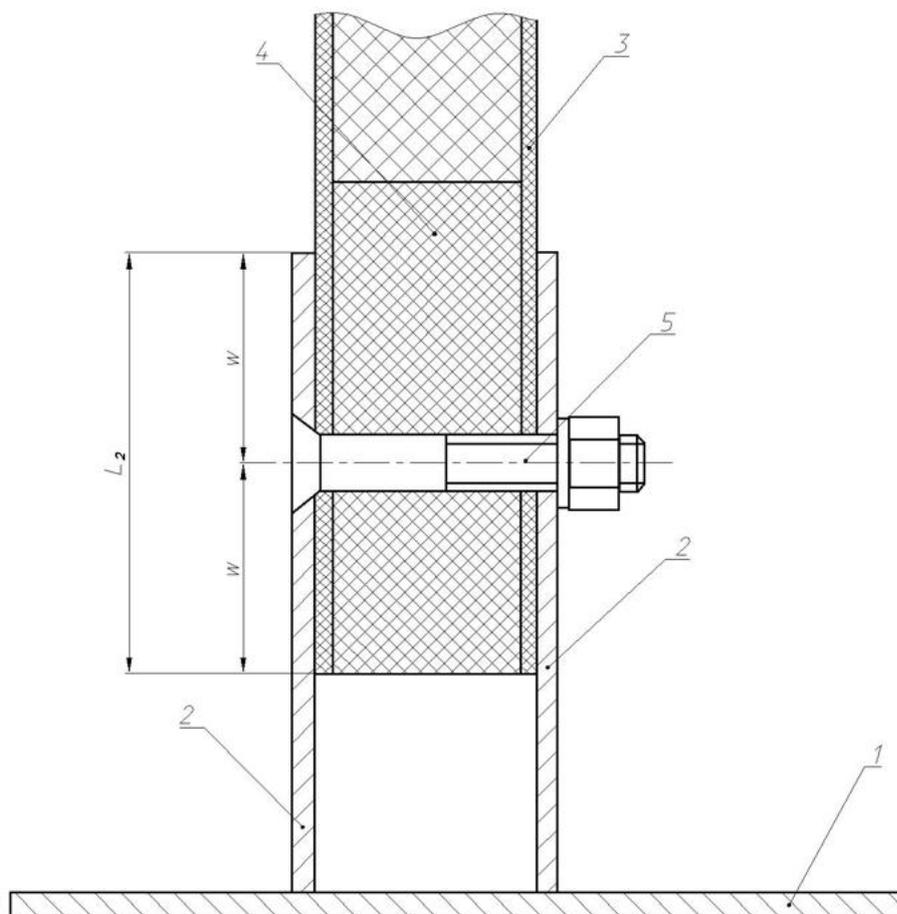


Рис. 3.3.3.3-2

Узел клееболтового соединения переборки с металлическим корпусом (с двумя металлическими комингсами):
 1 — палуба корпуса; 2 — комингсы; 3 — переборка; 4 — пенопласт повышенной плотности; 5 — болт».

4 КОРПУСА ШЛЮПОК И КАТЕРОВ

79 Нумерация **рисунка 4.1**, а также ссылки на него заменяются на **4.2.1**.

5 ПРОЧНОСТЬ КОРПУСА И НАДСТРОЙКИ СУДНА

80 Нумерация **таблицы 5.1**, а также ссылки на нее заменяются на **5.3.4**.

81 Нумерация **таблицы 5.2**, а также ссылки на нее заменяются на **5.3.7**.

82 Нумерация **рисунка 5.1**, а также ссылки на него заменяются на **5.4.7**.

83 Нумерация **рисунка 5.2**, а также ссылки на него заменяются на **5.4.10**.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ БАЛОК И ПЛАСТИН КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

(Рекомендации по расчетам)

1 НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ БАЛОК

84 Нумерация **рисунка 1**, а также ссылки на него заменяются на **1.1**.

85 **Рисунок 1.1** (перенумерованный рисунок 1) заменяется следующим:

«

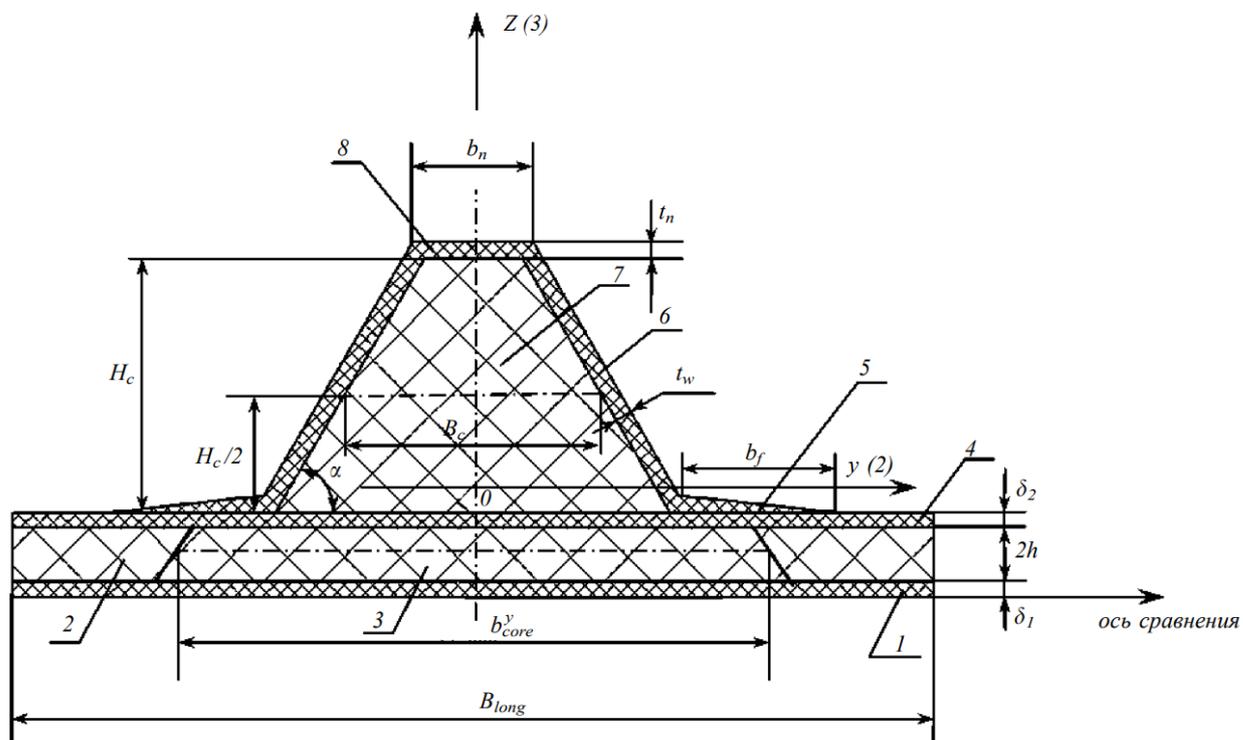


Рис. 1.1

Расчетная схема балки П-образного (трапециевидного) профиля:

1, 4 — несущие слои; 2 — наполнитель среднего слоя; 3 — усиление в виде наполнителя повышенной плотности; 5 — фланец; 6 — стенка балки; 7 — сердечник балки; 8 — свободный поясok».

86 **Пункт 1.1** дополняется текстом следующего содержания:

«Жесткость поперечного сечения балки на сдвиг определяется по формуле

$$K_{11} = (2G_{13}^w t_w + G^c B_c)H$$

где $H = H_c + t_n$ ».

87 Нумерация **рисунка 2**, а также ссылки на него заменяются на **1.3**.

88 Нумерация **таблицы 1**, а также ссылки на нее заменяются на **1.1**.

2 УСТОЙЧИВОСТЬ БАЛОК

89 **Пункт 2.1**. Исключается формула для определения K_{11} .

90 **Пункт 2.2** дополняется следующим текстом:

« l — пролет балки, расстояние между опорными сечениями балки.».

3 НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ОДНОСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ИЗГИБЕ

91 **Раздел 3** заменяется следующим текстом:

«Напряженно-деформированное состояние однослойных пластин при изгибе определяется по следующим формулам:

$$w = k_1 \frac{pb^4}{E_1 t^3};$$

$$M_1 = k_2 pb^2;$$

$$M_2 = k_3 pb^2;$$

$$M'_2 = k_5 pb^2,$$

где p — интенсивность равномерно распределенной расчетной нагрузки;
 M_1 — изгибающий момент в центре пластины в сечении, параллельном оси y , приходящийся на единицу длины сечения;
 M_2 — изгибающий момент в центре пластины в сечении, параллельном оси x , приходящийся на единицу длины сечения;
 M'_2 — изгибающий момент в середине длинной стороны опорного контура в сечении, параллельном оси x , приходящийся на единицу длины сечения;
 E_1 и E_2 — модули нормальной упругости несущего слоя в направлении основного армирования (направление 0°) и в направлении 90° к основному армированию;
 t — толщина пластины.

Значения коэффициентов k_i для изотропных и ортотропных пластин с соотношениями модулей упругости в направлении короткой и длинной сторон пластины, равными 1,0 и 1,5, приведены в табл. 3-1 и 3-2 для жестко заделанных опорных кромок и для пластин со свободно опертыми кромками соответственно.

В случае если обшивки или настилы выполнены с параллельно-диагональными схемами армирования $[(0^\circ/90^\circ)/(+45^\circ/-45^\circ)/(0^\circ/90^\circ)/\dots/(+45^\circ/-45^\circ)/(0^\circ/90^\circ)]$, пластины рассматриваются как изотропные, а в качестве расчетных упругих характеристик

принимаются средние значения, равные полусумме соответствующих характеристик в направлениях основы и утка параллельных слоев:

$$E_{av} = \frac{E_1 + E_2}{2};$$

$$v_{av} = \frac{v_{12} + v_{21}}{2}.$$

где v_{12} и v_{21} — коэффициенты Пуассона материала пластины (см. рис. 3).

Приведенные данные для ортотропных пластин относятся к ПКМ с параллельным армированием $[(0^\circ/90^\circ)]$ ($E_1/E_2 = 1,0$; $E_1/G_{12} = 5$) и ($E_1/E_2 = 1,5$; $E_1/G_{12} = 6$), ориентированных направлением 1 – (0°) вдоль короткой стороны.

Наибольшие нормальные напряжения в пластине определяются по формуле

$$\sigma_{ii} = \pm 6M_i/t^2.$$

92 Нумерация таблиц 2 и 3, а также ссылки на них заменяются на 3-1 и 3-2 соответственно.

4 УСТОЙЧИВОСТЬ ОДНОСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН ПРИ СЖАТИИ

93 Пункт 4.1 заменяется следующим текстом:

«4.1 Оценка устойчивости свободно опертых однослойных пластин при сжатии (рис. 4.1) выполняется с учетом величины отношения сторон пластины $\gamma = a/b$.

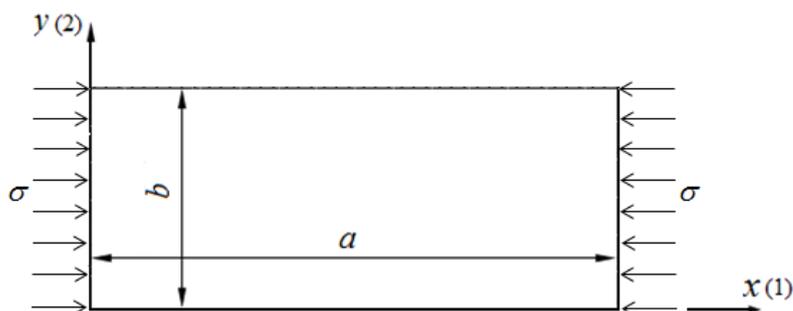


Рис. 4.1

Расчетная схема однослойных пластин при сжатии».

94 Пункт 4.2 заменяется следующим текстом:

«4.2 ПКМ с параллельной структурой армирования $[(0^\circ/90^\circ)]$.

Критическое напряжение определяется по формуле

$$\sigma_{buck} = E_1 B (t/b)^2,$$

где E_1 — модуль упругости в направлении сжатия;

B — коэффициент, зависящий от соотношения сторон пластин;

$$B = \frac{(m/\gamma)^2 + 2 \left[v_{21} + 2 \frac{G_{12}}{E_1} (1 - v_{12} v_{21}) \right] + \frac{E_2}{E_1} (\gamma/m)^2}{12(1 - v_{12} v_{21})} \pi^2,$$

где $\gamma = a/b$ — соотношение сторон пластины;

m — число полуволн при потере устойчивости;

t — толщина пластины;

E_1 и E_2 — модули нормальной упругости в направлении основного армирования (направление 0°) и в направлении 90° к основному армированию;

G_{12} — модуль сдвига в плоскости пластины (см. рис. 4.1);

v_{12} и v_{21} — коэффициенты Пуассона материала пластины (см. рис. 4.1).».

95 Нумерация **существующего пункта 4.2** заменяется на **4.3**.

96 **Пункт 4.3** заменяется следующим текстом:

«4.3 ПКМ с параллельно-диагональными схемами армирования [(0°/90°)/(+45°/-45°)/(0°/90°)/...../(+45°/-45°)/(0°/90°)].

При расчете пластин конечной жесткости из ПКМ параллельно-диагональной схемы армирования допускается применение методики расчета соответствующих изотропных пластин. При этом средние значения модуля нормальной упругости и коэффициента Пуассона определяются по следующим формулам:

$$E_{av} = \frac{E_1 + E_2}{2};$$

$$\nu_{av} = \frac{\nu_{12} + \nu_{21}}{2}.$$

Критическое напряжение определяется по формуле

$$\sigma_{buck} = E_{av} B (t/b)^2.$$

Значения коэффициента B для $0,4 \leq \gamma \leq 3,0$ приведены в табл. 4.3 и на рис. 4.3-1 — 4.3-3.».

97 Нумерация **рисунков 4 — 6**, а также ссылки на них заменяются на **4.3-1 — 4.3-3** соответственно.

98 **Рисунки 4.3-1 — 4.3-3** (перенумерованные рисунки 4 — 6). Обозначения G_{12}^{bl} заменяются на G_{12} , а обозначения E_p^{bl} заменяются на E_1 .

99 Нумерация **таблицы 4**, а также ссылки на нее заменяются на **4.3**.

100 **Таблица 4.3** (перенумерованная таблица 4). Обозначения G_{12}^{bl} заменяются на G_{12} , а обозначения E_p^{bl} заменяются на E_1 .

5 УСТОЙЧИВОСТЬ ОДНОСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН ПРИ СДВИГЕ

101 **Пункт 5.1** заменяется следующим текстом:

«5.1 Оценка устойчивости свободно опертых однослойных пластин из ПКМ с параллельной структурой армирования [(0°/90°)] при сдвиге (рис. 5.1) выполняется с учетом величины отношения сторон пластины $\gamma = a/b$.

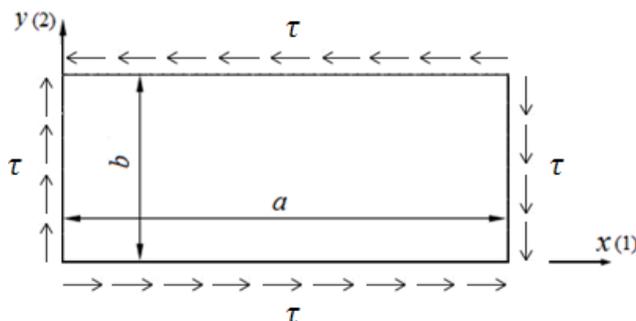


Рис. 5.1

Расчетная схема однослойных пластин при сдвиге».

102 Нумерация **существующих пунктов 5.1.1 и 5.1.2** заменяется на **5.2 и 5.3** соответственно.

103 **Пункт 5.2** заменяется следующим текстом:

«**5.2** При $\gamma \geq 1$ касательное критическое напряжение определяется по формуле

$$\tau_{buck} = (E_1/\gamma^4 + 2E_3/\gamma^4 + E_2)B(t/b)^2,$$

где $E_3 = E_1v_{21} + 2(1 - v_{12}v_{21})G_{12}$;

$$B = \frac{\pi^4\gamma}{384(1-v_{12}v_{21})\sqrt{1,395+4(k_1+k_2)}};$$

$$\text{где } k_1 = \frac{1+2\gamma^2A+\gamma^4\xi}{81+18\gamma^2A+\gamma^4\xi}; k_2 = \frac{1+2\gamma^2A+\gamma^4\xi}{1+18\gamma^2A+81\gamma^4\xi};$$
$$A = v_{21} + 2\frac{G_{12}}{E_1}(1 - v_{12}v_{21}); \gamma = a/b; \xi = \frac{E_2}{E_1};$$
$$E_1, E_2, G_{12}, v_{12} \text{ и } v_{21} \text{ — см. 4.}$$

Примечание. Направление армирования (0°) — вдоль стороны длиной a (см. рис. 5.1).

Значения коэффициента B для $\gamma \geq 1$ приведены в табл. 5.2 и на рис. 5.2;».

104 Нумерация **таблицы 5**, а также ссылки на нее заменяются на **5.2**.

105 **Таблица 5.2** (перенумерованная таблица 5). Обозначения G_{12}^{bl} заменяются на G_{12} , а обозначения E_p^{bl} заменяются на E_1 .

106 Нумерация **рисунка 7**, а также ссылки на него заменяются на **5.2**.

107 **Рисунок 5.2** (перенумерованный рисунок 7). Обозначения G_{12}^{bl} заменяются на G_{12} , а обозначения E_p^{bl} заменяются на E_1 .

108 **Пункт 5.3** заменяется следующим текстом:

«**5.3** При $\gamma = 0,5$ касательное критическое напряжение определяется по формуле

$$\tau_{buck} = B(t/b)^2,$$

$$\text{где } B = 0,00952 \frac{\pi^4}{1-v_{12}v_{21}} \sqrt{D - \sqrt{D^2 - 9,58C}};$$

$$\text{где } C = E'\bar{E} \cdot \hat{E} \cdot \check{E};$$
$$D = 4,82E'\bar{E} + 1,31E'\check{E} + 0,64\hat{E} \cdot \check{E} + 0,101\bar{E} \cdot \check{E};$$
$$E' = E_1 + 2E_3 + E_2;$$
$$\bar{E} = 16E_1 + 18E_3 + 5,06E_2;$$
$$\hat{E} = E_1 + 8E_3 + 16E_2;$$
$$\check{E} = 16E_1 + 50E_3 + 39E_2.$$

Значения коэффициента B для $\gamma = 0,5$ приведены в табл. 5.3 и на рис. 5.3.».

109 Нумерация **таблицы 6**, а также ссылки на нее заменяются на **5.3**.

110 **Таблица 5.3** (перенумерованная таблица 6). Обозначения G_{12}^{bl} заменяются на G_{12} , а обозначения E_p^{bl} заменяются на E_1 .

111 Нумерация **рисунка 8**, а также ссылки на него заменяются на **5.3**.

112 **Рисунок 5.3** (перенумерованный рисунок 8). Обозначения G_{12}^{bl} заменяются на G_{12} , а обозначения E_p^{bl} заменяются на E_1 .

113 **Рисунок 5.3** (перенумерованный рисунок 8). По оси x добавляется размерность « E_1 , ГПа».

6 НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ИЗГИБЕ

114 **Раздел 6** заменяется следующим текстом:

«В настоящем разделе приведены формулы для расчета максимальных прогибов, максимальных нормальных напряжений в несущих слоях и максимальных касательных напряжений в заполнителе для трехслойных пластин с изотропным заполнителем корпусных конструкций судов из ПКМ.

Рассматривается поперечный прогиб пластин (рис. 6), когда $\gamma = a/b > 3$ при цилиндрическом изгибе с учетом различных условий крепления кромок. Во всех случаях нагрузка приложена перпендикулярно к плоскости пластины.

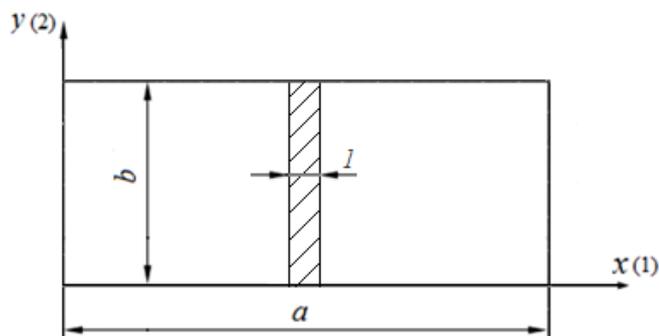


Рис. 6
Цилиндрический изгиб трехслойных пластин

Обозначения.

В настоящем разделе приняты следующие обозначения:

δ — толщина каждого несущего слоя, м;

h — половина толщины заполнителя трехслойной пластины, м;

E_{ll} — модуль нормальной упругости несущих слоев из изотропного материала, Па;

G_{ll} — модуль сдвига в плоскости несущих слоев, Па;

μ_{ll} — коэффициент Пуассона несущих слоев;

E_{core} — модуль нормальной упругости изотропного заполнителя, Па;

G_{core} — модуль сдвига изотропного заполнителя, Па;

μ_{core} — коэффициент Пуассона изотропного заполнителя;

q — равномерно распределенная поперечная нагрузка на единицу площади, Н/м²;

p — равномерно распределенная поперечная нагрузка на единицу длины, Н/м;

W — максимальный прогиб несущих слоев пластины, м;

σ_x — максимальные нормальные напряжения в несущих слоях, Па;

τ_{xz} — максимальные касательные напряжения в изотропном заполнителе, Па.

Если несущие слои выполнены из одного и того же изотропного материала и имеют одинаковую толщину, то должны выполняться следующие условия:

$$E_i^1 = E_i^2 = E_{ll}, \mu_{ij}^1 = \mu_{ij}^2 = \mu_{ll}, \delta_1 = \delta_2 = \delta,$$

где $i, j = 1, 2, 3$ — направления осей системы координат;

E_i^1, E_i^2 — модули нормальной упругости несущих слоев;

μ_{ij}^1, μ_{ij}^2 — коэффициенты Пуассона несущих слоев;

δ_1, δ_2 — толщины несущих слоев.

Для заполнителя из изотропного материала выполняются следующие условия:

$$E_i^{core} = E_{core}, \mu_{ij} = \mu_{core},$$

где E_i^{core} — модуль нормальной упругости заполнителя;
 μ_{ij} — коэффициенты Пуассона заполнителя.

Формулы, приведенные в настоящем разделе, могут использоваться при выполнении следующих условий:

$$2,0 \cdot 10^{-4} \leq G_{core}/\bar{E} \leq 2,0 \cdot 10^{-2}, \quad 0,1 \leq \delta/h \leq 0,25,$$

$$\text{где } \bar{E} = \frac{E_{ll}}{(1 - \mu_{ll}^2)}.$$

Формулы могут использоваться при проведении расчетов для трехслойных пластин с ортотропными несущими слоями, если их модули нормальной упругости отличаются не более чем на 20 % (относительно большего из них), т.е. при выполнении следующего условия:

$$(1 - E_2/E_1) \cdot 100 < 20 \% \text{ при } E_1 > E_2,$$

где E_1 и E_2 — модули нормальной упругости несущего слоя в направлении основного армирования (направление 0°) и в направлении 90° к основному армированию.

В этом случае в качестве модуля нормальной упругости для проведения расчетов следует принимать среднее арифметическое значение. Величины, используемые в формулах, приведенных в табл. 6, определяются по следующим формулам:

$$B_{ll} = \frac{E_{ll}\delta}{1 - \mu_{ll}^2}, \quad B_{core} = \frac{2E_{core}h}{1 - \mu_{core}^2}, \quad D_{ll} = \frac{E_{ll}\delta^3}{12(1 - \mu_{ll}^2)}, \quad D_{core} = B_{core} \frac{h^2}{3},$$

$$k = \frac{\pi^2 B_{ll} h_{long}}{G_{core} a^2}, \quad \gamma = \frac{\pi}{a} \sqrt{1 / \left(k \frac{2D_{ll}\eta}{D_{pl}} \right)}, \quad h_{long} = h \left(1 + \frac{D_{core}}{2B_{ll}h^2} \right),$$

$$\eta = 1 + \frac{D_{core}\delta^2}{8h_{long}hD_{ll}}, \quad D_{pl} = 2(D_{ll} + B_{ll}(h + \delta/2)^2) + D_{core}, \quad \bar{E} = \frac{E_{ll}}{1 - \mu_{ll}^2} \dots$$

115 Нумерация **таблицы 7** и ссылок на нее заменяется на **6**.

116 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Формулы для коэффициентов m_2 и m_3 в графе «Напряжения» для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена» заменяются следующими:

$$\begin{aligned} m_2 &= 1 - \frac{4k}{\pi^2} \left(\frac{\delta}{h_{long}} + \frac{4D_{ll}\eta}{D_{pl}} - \frac{2+\delta/h_{long}}{1+\delta/h} \times \left(\frac{\delta}{h} + \left[\frac{2D_{ll}}{D_{pl}} \left(1 - \frac{D_{core}\delta}{4hD_{ll}} \right) - \frac{\delta}{h(2+\delta/h_{long})} \left(1 - \frac{2D_{ll}\eta}{D_{pl}} \right) \right] \operatorname{sch} \left(\frac{\gamma a}{2} \right) \right) \right), \\ m_3 &= \left(1 - \frac{2D_{ll}\eta}{D_{pl}} \right) \left(1 - \frac{4k}{\pi^2} \cdot \frac{2 \cdot D_{ll} \cdot \eta}{D_{pl}} \cdot \frac{\gamma a}{2} \cdot \operatorname{th} \left(\frac{\gamma a}{2} \right) \right). \end{aligned}$$

117 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Первый абзац и формула в графе «Прогибы» для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена» заменяются следующим текстом:

«Прогиб пластины имеет максимальное значение в сечении при $x = a/2$:

$$|W| = \left| \frac{5}{384} \cdot \frac{qa^4}{D_{pl}} m_1 \right|, \dots$$

118 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Формула в графе «Напряжения» для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена в центральном сечении» заменяется следующей:

$$\langle |\sigma_x| = \left| \frac{pa}{4} \cdot \frac{B_{II}(h+\delta)}{\delta D_{pl}} m_2 \right|, \rangle.$$

119 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Первый абзац в графе «Напряжения» для вида нагружения «Кромки пластины жестко заделаны, поперечная нагрузка равномерно распределена» заменяется следующим текстом:

«Нормальные напряжения в несущих слоях имеют максимальные значения при $x = 0, a$; $z = \pm(h + \delta)$:».

120 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Формула для коэффициента m_1 в графе «Прогибы» для вида нагружения «Кромки пластины жестко заделаны, поперечная нагрузка равномерно распределена в центральном сечении» заменяется следующей:

$$\langle m_1 = 1 + \frac{48k}{\pi^2} \left(1 - \frac{2D_{II}\eta}{D_{pl}} \right) \times \left(1 - \frac{4th(\gamma a/4)}{\gamma a} \right), \rangle.$$

121 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Формула для коэффициента m_2 в графе «Напряжения» для вида нагружения «Кромки пластины жестко заделаны, поперечная нагрузка равномерно распределена в центральном сечении» заменяется следующей:

$$\langle m_2 = 1 - \frac{th(\gamma a/4)}{\eta(1+\delta/h)(\gamma a/4)} \times \left(\left(1 - \frac{D_{core}\delta}{4hD_{II}} \right) \left(1 + \frac{\delta}{2h_{long}} \right) - \frac{\delta D_{pl}}{4hD_{II}} \left(1 - \frac{2D_{II}\eta}{D_{pl}} \right) \right), \rangle.$$

122 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Исключается второе неравенство в графах «Напряжения» и «Прогибы» для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена в произвольном сечении».

123 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Формула для определения прогиба пластины для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена в произвольном сечении» заменяется следующей:

$$\langle |W| = \left| \frac{p}{D_{pl}} \cdot \left[C_2 - C_1 \cdot x + C_3 \cdot \left(\frac{2 \cdot B_{II} \cdot (h+\delta/2)}{G_{core}} - \frac{x^2}{3} \right) \cdot x - \frac{C_4 \cdot x^2}{2} + C_5 \cdot \text{sh}(k_1 \cdot x) + C_6 \cdot \text{ch}(k_1 \cdot x) \right] \right|, \rangle.$$

124 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Формула для коэффициента C_2 в графе «Прогибы» для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена в произвольном сечении» заменяется следующей:

$$\langle C_2 = \frac{a/2-\xi}{4} \left(\frac{2B_{II}(h+\delta/2)^2}{D_{II}k^2} + \frac{\xi}{3} (a - \xi) + \frac{a^2}{6} \right), \rangle.$$

125 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Формула для коэффициента C_6 в графе «Прогибы» для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена в произвольном сечении» заменяется следующей:

$$\langle C_6 = - \frac{B_{II}(h+\delta/2)^2 \cdot \text{sh}(k_1(a/2-\xi))}{2D_{II}k^3 \cdot \text{ch}(k_1 a/2)}, \rangle.$$

126 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Последний абзац в графе «Прогибы» для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена в произвольном сечении» заменяется следующим текстом:

«Прогиб пластины имеет максимальное значение в сечении, координата которого удовлетворяет условию $\partial W / \partial x = 0$ и находится в диапазоне $-a/2 \leq x \leq \xi$;

(прогиб пластины при $x = \xi$ отличается от максимального не более чем на 10 %).

127 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Формула для определения касательных напряжений в заполнителе и предваряющий ее текст в графе «Напряжения» для вида

нагрузки «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена в произвольном сечении» заменяются следующим текстом:

«касательные напряжения в заполнителе имеют максимальные значения при $-a/2 \leq x \leq \xi$; $z = 0$ (при $\xi \leq 0$):

$$|\tau_{xz}| = \frac{p}{D_{1pl}} \cdot 2B_{II}(h + \delta/2) \left[C_3 + \frac{D_{II}k^3}{2B_{II}(h+\delta/2)^2} \times (C_5 \cdot \text{ch}(-k1a/2) + C_6 \cdot \text{sh}(-k1a/2)) \right] |, \text{»}.$$

128 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Формула для определения нормальных напряжений в графе «Напряжения» для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена по закону треугольника» заменяется следующей:

$$\langle |\sigma_x| = \left| \frac{q_0 x_2}{2h+\delta} \times \left(\frac{2(h+\delta)}{\delta(2h+\delta)} \left(\frac{hB_{II}}{G_{core}} + \frac{a^2-x_2^2}{6} \right) - \frac{hB_{II}}{\delta G_{core}} \right) \right|, \text{»}.$$

129 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Коэффициент x_2 в формуле для определения максимального значения прогиба пластины в графе «Прогибы» для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена по закону треугольника» заменяется на x_1 .

130 **Таблица 6** (перенумерованная таблица 7). Формула для коэффициента m_1 в графе «Прогибы» для вида нагружения «Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена по закону треугольника» заменяется следующей:

$$\langle m_1 = \frac{q_0}{180B_{II}(2h+\delta)^2}, \text{»}.$$

7 НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ИЗГИБЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МЕСТНЫХ НАГРУЗОК

131 **Раздел 7.** Первый абзац заменяется следующим текстом:

«В настоящем разделе приведены формулы для расчета максимальных прогибов, максимальных нормальных напряжений в несущих слоях и максимальных касательных напряжений в заполнителе для трехслойных пластин с изотропным заполнителем корпусных конструкций судов из ПКМ. Рассматривается цилиндрический изгиб трехслойных пластин (рис. 6) при воздействии местных нагрузок.».

132 **Раздел 7.** К формуле $(1 - E_2/E_1) \cdot 100 < 20$ % при $E_1 > E_2$ добавляется экспликация:

«где E_1 и E_2 — модули нормальной упругости несущего слоя в направлении основного армирования (направление 0°) и в направлении 90° к основному армированию.».

133 **Раздел 7.** Неравенство для условия при расчете максимальных нормальных напряжений, действующих в верхнем несущем слое пластины, заменяется следующим:

$$\langle \sqrt[3]{E_{core}/E_{II}} \cdot (2h/\delta) \leq 8,0 \text{»}.$$

134 **Раздел 7.** Неравенство для условия при расчете максимальных прогибов пластины заменяется следующим:

$$\langle \sqrt[3]{E_{core}/E_{II}} \cdot (2h/\delta) \leq 1,6 \text{»}.$$

135 Нумерация **таблицы 8**, а также ссылки на нее заменяются на **7**.

136 **Таблица 7** (перенумерованная таблица 8). Формула для определения прогиба пластины в графе «Прогибы» для вида нагружения «Пластина нагружена моментом, равномерно распределенным по ширине пластины в любом сечении» заменяется следующей:

$$\langle |W| = \left| M \sqrt{\frac{3}{CE\delta^3}} e^{-mx} \sin(mx) \right|, \rangle.$$

137 **Таблица 7** (перенумерованная таблица 8). В экспликации к формуле в графе «Напряжения» для вида нагружения «Поперечная нагрузка равномерно распределена в ограниченной области пластины на любом участке» выражения для C_φ'' и C_β'' заменяются следующими:

$$\begin{aligned} \langle C_\varphi''' &= -2 \cdot (\operatorname{sh}(\varphi) \cdot \cos(\varphi) + \operatorname{ch}(\varphi) \cdot \sin(\varphi)), \\ C_\beta''' &= -2 \cdot (\operatorname{sh}(\beta) \cdot \cos(\beta) + \operatorname{ch}(\beta) \cdot \sin(\beta)), \rangle. \end{aligned}$$

138 **Таблица 7** (перенумерованная таблица 8). В экспликации к формуле в графе «Прогибы» для вида нагружения «Поперечная нагрузка равномерно распределена в ограниченной области пластины на любом участке» выражение для C_β'' заменяется следующим:

$$\langle C_\beta''' = -2 \cdot (\operatorname{sh}(\beta) \cdot \cos(\beta) + \operatorname{ch}(\beta) \cdot \sin(\beta)), \rangle.$$

139 **Таблица 7** (перенумерованная таблица 8). Общий текст в графах «Напряжения» и «Прогибы» для вида нагружения «Поперечная нагрузка, распределенная по закону треугольника, приложена в ограниченной области пластины на любом участке» заменяется следующим текстом:

«Значение распределенной нагрузки в зависимости от координаты сечения определяется по формуле $q = q_{max} (x - a)/b$, при этом a следует выбирать таким образом, чтобы выполнялось условие $20\delta \leq a \leq 30\delta$.».

140 **Таблица 7** (перенумерованная таблица 8). В экспликации к формуле в графе «Напряжения» для вида нагружения «Поперечная нагрузка, распределенная по закону треугольника, приложена в ограниченной области пластины на любом участке» выражения для C_φ''' и $C_{\alpha\beta}'''$ заменяются следующими:

$$\begin{aligned} \langle C_\varphi''' &= -2 \cdot (\operatorname{sh}(\varphi) \cdot \cos(\varphi) + \operatorname{ch}(\varphi) \cdot \sin(\varphi)), \\ C_{\alpha\beta}''' &= -2 \cdot (\operatorname{sh}(\alpha + \beta) \cdot \cos(\alpha + \beta) + \operatorname{ch}(\alpha + \beta) \cdot \sin(\alpha + \beta)), \rangle. \end{aligned}$$

141 **Таблица 7** (перенумерованная таблица 8). В экспликации к формуле в графе «Прогибы» для вида нагружения «Поперечная нагрузка, распределенная по закону треугольника, приложена в ограниченной области пластины на любом участке» выражения для C_φ''' и $C_{\alpha\beta}'''$ заменяются следующими:

$$\begin{aligned} \langle C_\varphi''' &= -2 \cdot (\operatorname{sh}(\varphi) \cdot \cos(\varphi) + \operatorname{ch}(\varphi) \cdot \sin(\varphi)), \\ C_{\alpha\beta}''' &= -2 \cdot (\operatorname{sh}(\alpha + \beta) \cdot \cos(\alpha + \beta) + \operatorname{ch}(\alpha + \beta) \cdot \sin(\alpha + \beta)), \rangle. \end{aligned}$$

8 НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ИЗГИБЕ

142 Пункт 8.1 заменяется следующим текстом:

«8.1 Кромки пластины свободно оперты, поперечная нагрузка равномерно распределена.

В 8.2 приведены формулы для расчета максимальных прогибов, максимальных нормальных напряжений в несущих слоях и максимальных касательных напряжений в заполнителе для трехслойных пластин симметричного строения с изотропными внешними слоями одинаковой толщины и трансверсально-изотропным заполнителем, у которого плоскость изотропии совпадает с плоскостью пластины. Рассматривается поперечный изгиб трехслойных пластин. Нагрузка приложена перпендикулярно к плоскости пластины.

По этим формулам можно рассчитывать также и пластины с изотропным заполнителем.

Обозначения.

В настоящем разделе приняты следующие обозначения.

a — длина пластины, м;

b — ширина пластины, м;

δ — толщина каждого несущего слоя, м;

h — половина толщины заполнителя трехслойной пластины, м;

E_{bl} — модуль нормальной упругости несущих слоев трехслойной пластины, Па;

$\nu_{12(bl)}$ — коэффициент Пуассона материала несущих слоев трехслойной пластины;

E_{core} — модуль нормальной упругости заполнителя в плоскости изотропии трехслойной пластины, Па;

G_{core} — модуль сдвига заполнителя в плоскости, нормальной к плоскости изотропии трехслойной пластины, Па;

ν_{core} — коэффициент Пуассона заполнителя трехслойной пластины;

p — равномерно распределенная нагрузка, Н/м²;

w — максимальный прогиб несущих слоев пластины, м;

σ_x, σ_y — максимальные нормальные напряжения в несущих слоях, Па;

τ_{xz}, τ_{yz} — максимальные касательные напряжения в заполнителе, Па.

Расчеты по формулам 8.2 могут выполняться при следующих условиях:

$$\frac{G_{core}}{E_{bl}} (1 - \nu_{12(bl)}^2) > 0,005 \text{ при } \frac{2h}{a} \sqrt{1 + \left(\frac{a}{b}\right)^2} \leq 0,3 \text{ и } 0,01 \leq \frac{\delta}{h} \leq 0,5.$$

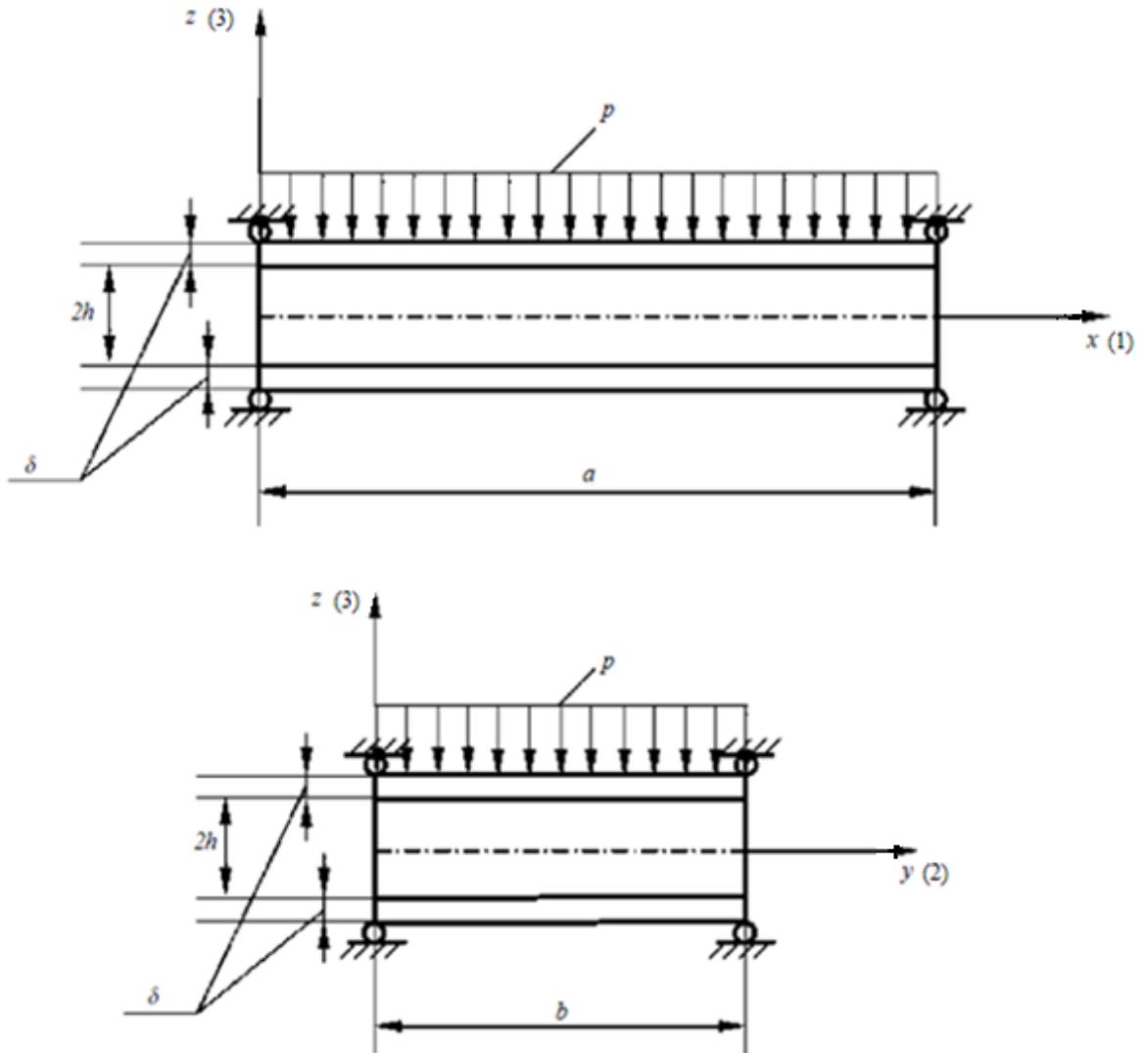


Рис. 8.1
Вид нагружения трехслойной пластины».

143 Пункт 8.2 заменяется следующим текстом:

«8.2 Прогиб пластины имеет максимальное значение при $x = a/2$, $y = b/2$ и определяется по формуле

$$|w|_{x=a/2, y=b/2} = \frac{8p}{\pi^2 G_{core}} m_1,$$

$$\text{где } m_1 = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N (-1)^{(m-1)/2} (-1)^{(n-1)/2} \frac{1}{d \cdot m \cdot n \cdot r} \left(k_1 \operatorname{ch}(r_1 h) + \frac{B_{II} r}{G_{core}} \operatorname{sh}(r_1 h) \right);$$

$$B_{II} = \frac{E_{bl} \delta}{1 - \nu_{12}^2(b)};$$

$2h$ — толщина заполнителя трехслойной пластины;

$$m = 2i + 1, n = 2j + 1, \alpha = m\pi/a, \beta = n\pi/b;$$

$$r^2 = a^2 + \beta^2, r_1 = r k_1;$$

$$k_1 = \sqrt{\frac{E_{core}}{(1 - \nu_{core}^2) G_{core}}};$$

$$d = \left(h + \frac{B_{II} \delta^2 r^2}{3 G_{core}} \right) r_1 \operatorname{ch}(r_1 h) - \left(1 - \frac{B_{II} r^2}{G_{core}} \left(h + \delta + \frac{B_{II} \delta^2 r^2}{12 G_{core}} \right) \right) \operatorname{sh}(r_1 h).$$

Нормальные напряжения в несущих слоях σ_x и σ_y имеют максимальные значения при $x = a/2$, $y = b/2$ и вычисляются по формулам:

$$|\sigma_x|_{x=a/2, y=b/2} = \frac{8pE_{bl}}{(1-v_{12}^2(b))\pi^2 G_{core}} m_2,$$

$$m_2 = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N (-1)^{(m-1)/2} (-1)^{(n-1)/2} \frac{1}{d \cdot m \cdot n \cdot r^2} (\alpha^2 + v_{12}(b)\beta^2) \left(\delta r_1 \operatorname{ch}(r_1 h) + \left(1 + \frac{B_{II} \delta r^2}{2G_{core}}\right) \operatorname{sh}(r_1 h) \right);$$

$$|\sigma_y|_{x=a/2, y=b/2} = \frac{8pE_{bl}}{(1-v_{12}^2(b))\pi^2 G_{core}} m_3,$$

$$m_3 = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N (-1)^{(m-1)/2} (-1)^{(n-1)/2} \frac{1}{d \cdot m \cdot n \cdot r^2} (\beta^2 + v_{12}(b)\alpha^2) \left(\delta r_1 \operatorname{ch}(r_1 h) + \left(1 + \frac{B_{II} \delta r^2}{2G_{core}}\right) \operatorname{sh}(r_1 h) \right).$$

Касательные напряжения в заполнителе τ_{xz} имеют максимальные значения при $x = 0$; $a, y = b/2$ и определяются по формуле

$$|\tau_{xz}|_{x=0; a, y=b/2} = \frac{8pB_{II}}{\pi a G_{core}} m_4,$$

$$\text{где } m_4 = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N (-1)^{(n-1)/2} \frac{1}{d \cdot n} \cdot \left(\operatorname{sh}(r_1 h) + \frac{r_1 \delta}{2} + \frac{r_1 G_{core}}{B_{II} r^2} (\operatorname{ch}(r_1 h) - 1) \right).$$

Касательные напряжения в заполнителе τ_{yz} имеют максимальные значения при $x = 0$; $a, y = b/2$ и определяются по формуле

$$|\tau_{yz}|_{x=a/2; y=0; b} = \frac{8pB_{II}}{\pi b G_{core}} m_5,$$

$$\text{где } m_5 = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N (-1)^{(m-1)/2} \frac{1}{d \cdot m} \cdot \left(\operatorname{sh}(r_1 h) + \frac{r_1 \delta}{2} + \frac{r_1 G_{core}}{B_{II} r^2} (\operatorname{ch}(r_1 h) - 1) \right).$$

N принимается таким образом, чтобы разница между значениями соседних членов числового ряда составляла не более 5 %.

Значения коэффициентов m_i , $i = \overline{1,5}$ для трехслойных пластин с наиболее рациональными геометрическими и физическими характеристиками $h/\delta = 5$ и $v_{core} = 0,38 \div 0,4$ приведены на рис. 8.2-1 — 8.2-15.

Для других значений h/δ и v_{core} коэффициенты m_i , $i = \overline{1,5}$ определяются по приведенным в данном разделе формулам.

На рис. 8.2-1 — 8.2-15 величины γ и η определяются по следующим формулам:

$$\gamma = a/b;$$

$$\eta = E_{bl}/E_{core} \cdot \rangle.$$

144 Нумерация **рисунков 10 — 24**, а также ссылки на них заменяются на **8.2-1 — 8.2-15** соответственно.

145 **Рисунок 8.2-1** (перенумерованный рисунок 10). К оси m_1 добавляется размерность «м».

146 **Рисунок 8.2-1** (перенумерованный рисунок 10). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

*«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины
Рис. 8.2-1*

Значения коэффициента m_1 при $\eta = 100$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

147 **Рисунок 8.2-2** (перенумерованный рисунок 11). К оси m_1 добавляется размерность «м».

148 **Рисунок 8.2-2** (перенумерованный рисунок 11). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

*«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины
Рис. 8.2-2*

Значения коэффициента m_1 при $\eta = 400$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

149 **Рисунок 8.2-3** (перенумерованный рисунок 12). К оси m_1 добавляется размерность «м».

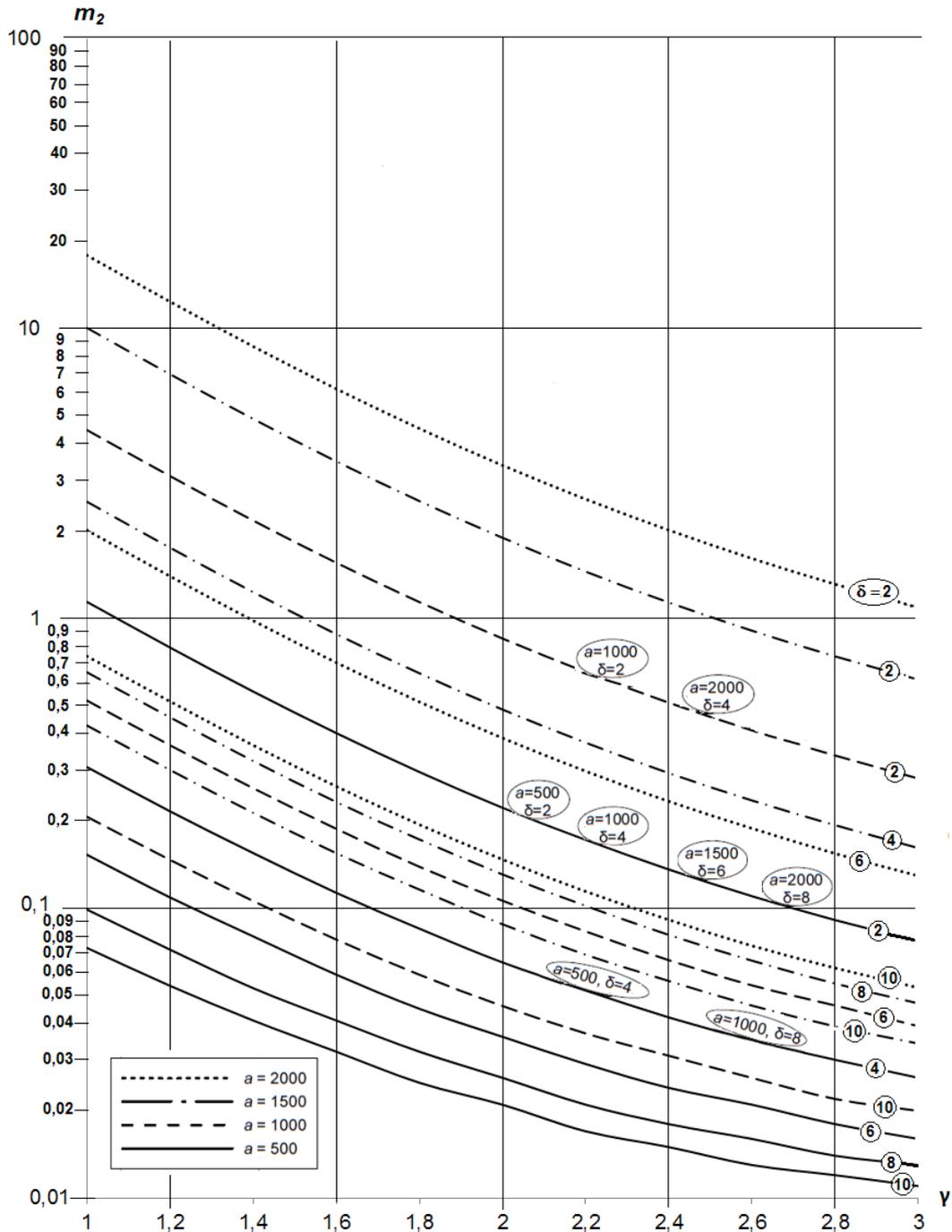
150 **Рисунок 8.2-3** (перенумерованный рисунок 12). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

*«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины
Рис. 8.2-3*

Значения коэффициента m_1 при $\eta = 800$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

151 **Рисунок 8.2-4** (перенумерованный рисунок 13) заменяется следующим:

«

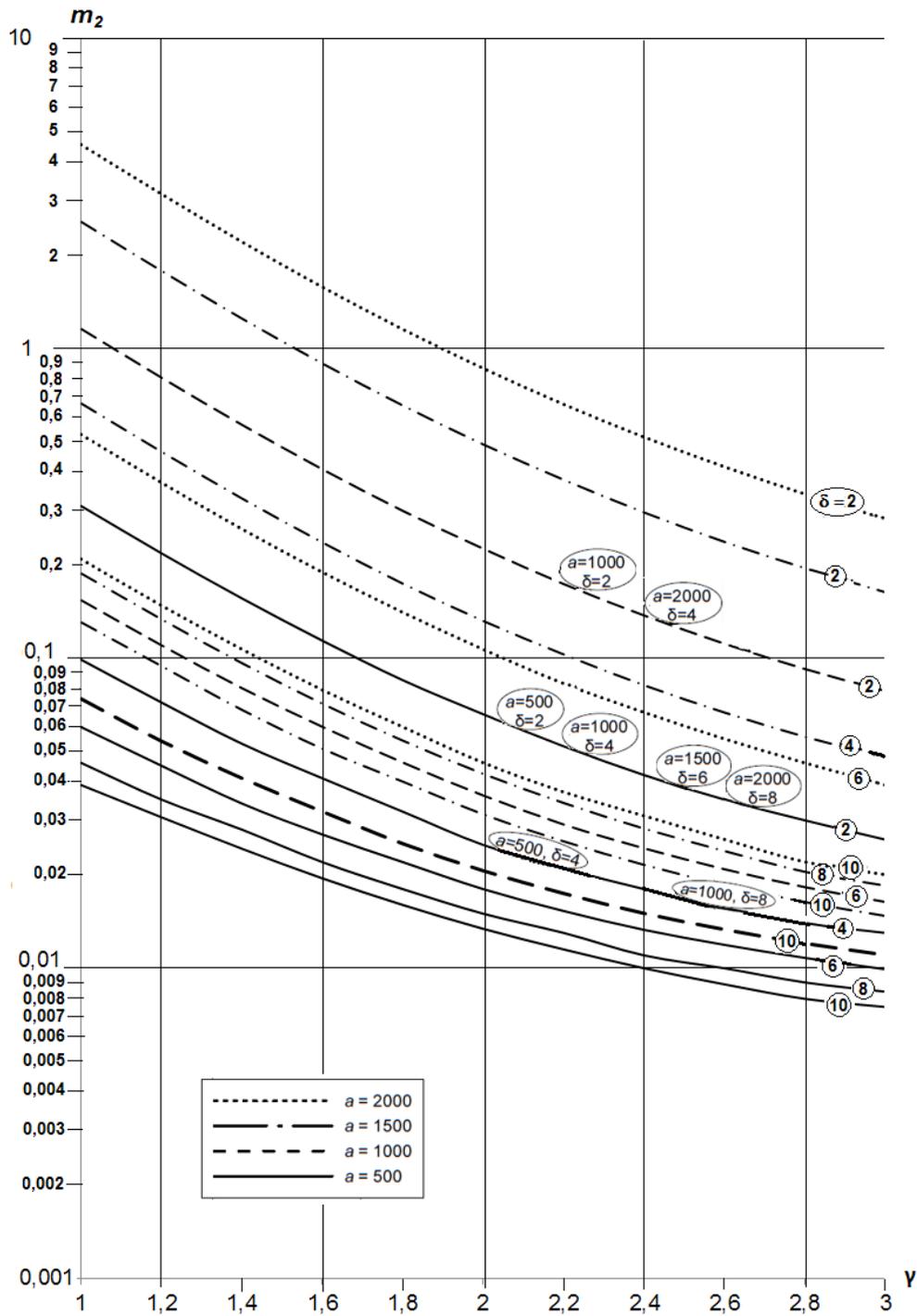


*В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины.
В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых
графики коэффициента m_2 при различных сочетаниях a и δ совпадают
Рис. 8.2-4*

Значения коэффициента m_2 при $\eta = 100$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

152 **Рисунок 8.2-5** (перенумерованный рисунок 14) заменяется следующим:

«

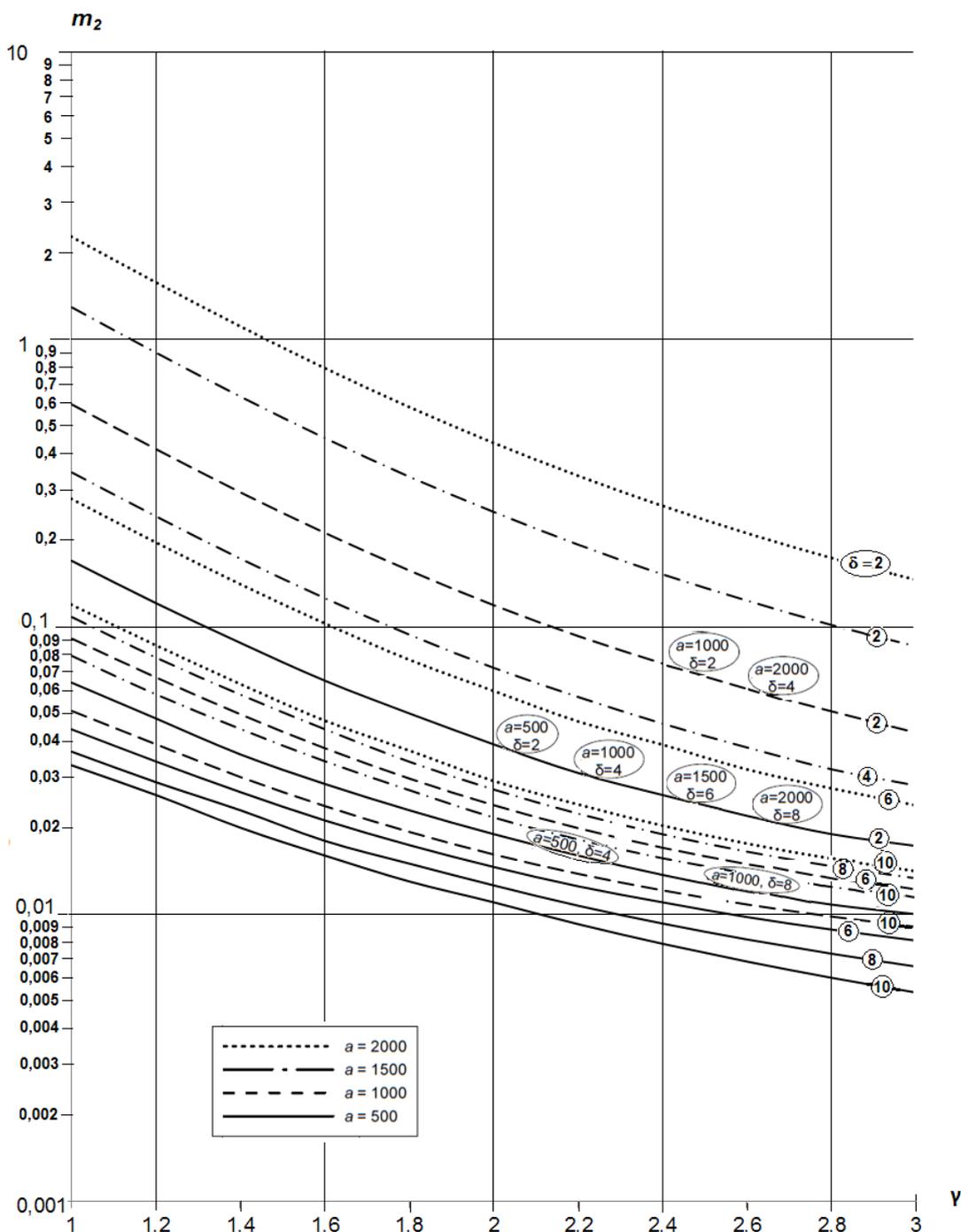


В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины.
В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых
графики коэффициента m_2 при различных сочетаниях a и δ совпадают

Рис. 8.2-5

Значения коэффициента m_2 при $\eta = 400$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

«



В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины.
 В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых
 графики коэффициента m_2 при различных сочетаниях a и δ совпадают

Рис. 8.2-6

Значения коэффициента m_2 при $\eta = 800$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

«В кружках обозначены значения толщины δ , мм несущего слоя трехслойной пластины.
 В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых
 графики коэффициента m_3 при различных сочетаниях a и δ совпадают

Рис. 8.2-7

Значения коэффициента m_3 при $\eta = 100$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

155 **Рисунок 8.2-8** (перенумерованный рисунок 17). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины. В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых графики коэффициента m_3 при различных сочетаниях a и δ совпадают

Рис. 8.2-8

Значения коэффициента m_3 при $\eta = 400$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

156 **Рисунок 8.2-9** (перенумерованный рисунок 18). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины. В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых графики коэффициента m_3 при различных сочетаниях a и δ совпадают

Рис. 8.2-9

Значения коэффициента m_3 при $\eta = 800$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

157 **Рисунок 8.2-10** (перенумерованный рисунок 19). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины. В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых графики коэффициента m_4 при различных сочетаниях a и δ совпадают

Рис. 8.2-10

Значения коэффициента m_4 при $\eta = 100$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

158 **Рисунок 8.2-11** (перенумерованный рисунок 20). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины. В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых графики коэффициента m_4 при различных сочетаниях a и δ совпадают

Рис. 8.2-11

Значения коэффициента m_4 при $\eta = 400$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

159 **Рисунок 8.2-12** (перенумерованный рисунок 21). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины. В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых графики коэффициента m_4 при различных сочетаниях a и δ совпадают

Рис. 8.2.12

Значения коэффициента m_4 при $\eta = 800$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

160 **Рисунок 8.2-13** (перенумерованный рисунок 22). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины. В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых графики коэффициента m_5 при различных сочетаниях a и δ совпадают

Рис. 8.2-13

Значения коэффициента m_5 при $\eta = 100$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

161 **Рисунок 8.2-14** (перенумерованный рисунок 23). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины. В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых графики коэффициента m_5 при различных сочетаниях a и δ совпадают

Рис. 8.2.14

Значения коэффициента m_5 при $\eta = 400$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

162 **Рисунок 8.2-15** (перенумерованный рисунок 24). Подпись под рисунком заменяется следующим текстом:

«В кружках обозначены значения толщины δ , мм, несущего слоя трехслойной пластины.
В овалах обозначены значения геометрических характеристик трехслойных пластин, для которых графики коэффициента m_5 при различных сочетаниях a и δ совпадают
Рис. 8.2-15

Значения коэффициента m_5 при $\eta = 800$ для трехслойных пластин длиной a , мм».

163 **Пункт 8.3** заменяется следующим текстом:

«**8.3 Кромки пластины жестко заделаны на опорном контуре.**

В 8.4 приведены формулы для расчета максимальных прогибов и максимальных нормальных напряжений в несущих слоях для трехслойных пластин симметричного строения с изотропными внешними слоями одинаковой толщины. Рассматривается поперечный изгиб трехслойных пластин. Нагрузка приложена перпендикулярно к плоскости пластины.

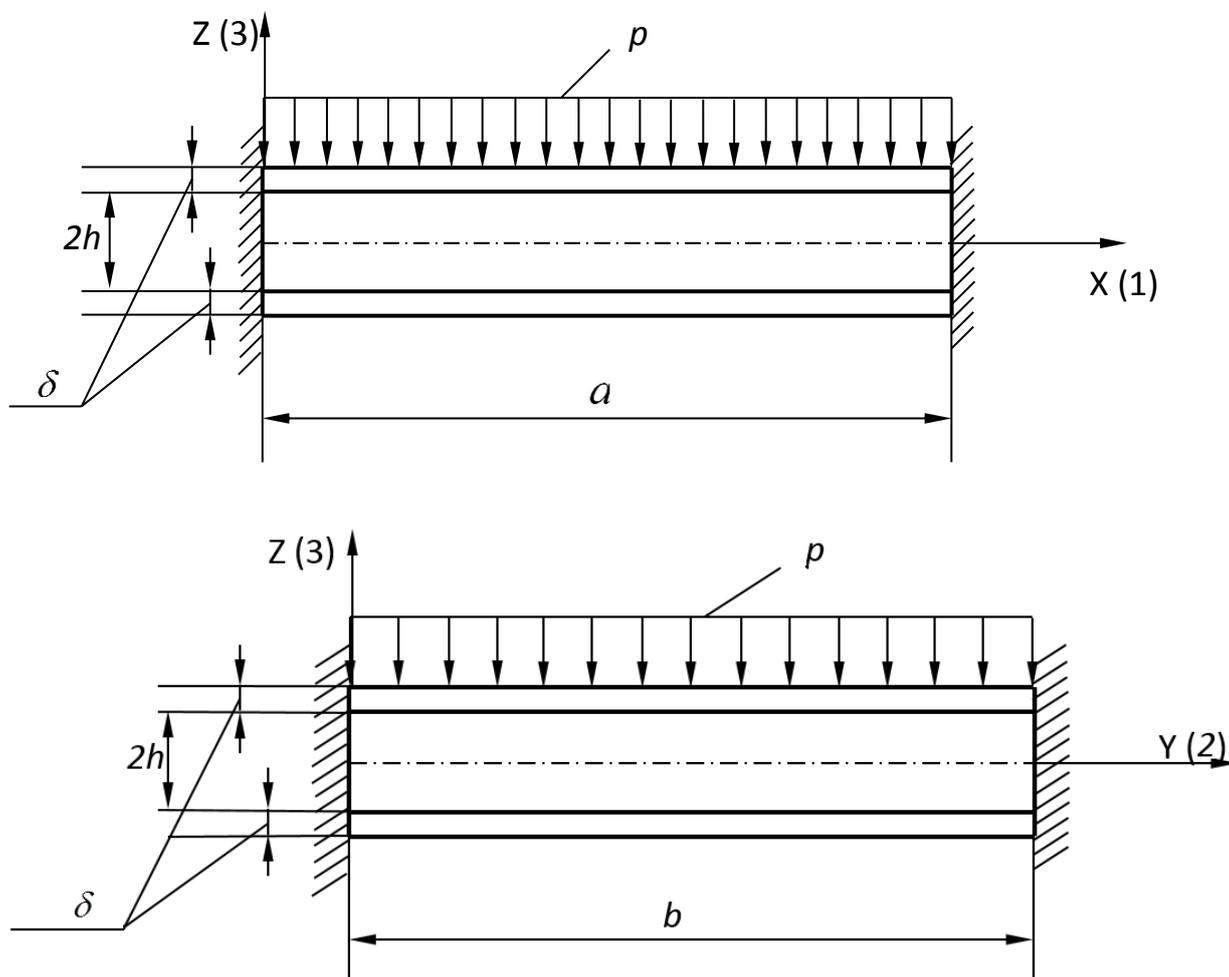


Рис. 8.3

Вид нагружения трехслойной пластины».

164 Вводится новый **пункт 8.4** следующего содержания:

«**8.4** Прогиб пластины, m , имеет максимальное значение при $x = a/2$, $y = b/2$ и определяется по формуле

$$|w|_{x=a/2, y=b/2} = \frac{pb^2}{10^3(2h+\delta)} \left[\frac{m^1 b^2}{E_{bl} \delta (2h+\delta)} + \frac{\bar{m}_1}{G_{core}} \right],$$

где a — длина трехслойной пластины, м;
 b — ширина трехслойной пластины, м;
 $2h$ — толщина заполнителя трехслойной пластины, м;
 δ — толщина несущего слоя трехслойной пластины, м;
 p — равномерно распределенная нагрузка, Па;
 E_{bl} — модуль нормальной упругости несущих слоев трехслойной пластины, Па;
 G_{core} — модуль сдвига заполнителя трехслойной пластины, Па;
 $\nu = \nu_{12(bl)}$ — коэффициент Пуассона материала несущих слоев трехслойной пластины;
 m_1, \bar{m}_1 — коэффициенты.

Значения коэффициента m_1 в зависимости от коэффициента Пуассона ν несущих слоев трехслойной пластины и отношения сторон пластины $\gamma = a/b$ приведены на рис. 8.4-1.

Значения коэффициента \bar{m}_1 в зависимости от отношения сторон пластины $\gamma = a/b$ приведены на рис. 8.4-2.

Нормальные напряжения σ_x , Па, имеют максимальные значения при $x = 0$; $a, y = b/2$ и определяются по формуле

$$|\sigma_x|_{x=0; a, y=b/2} = p \frac{b^2}{\delta^2 (1+2h/\delta)^2} m_2,$$

где m_2 — коэффициент.

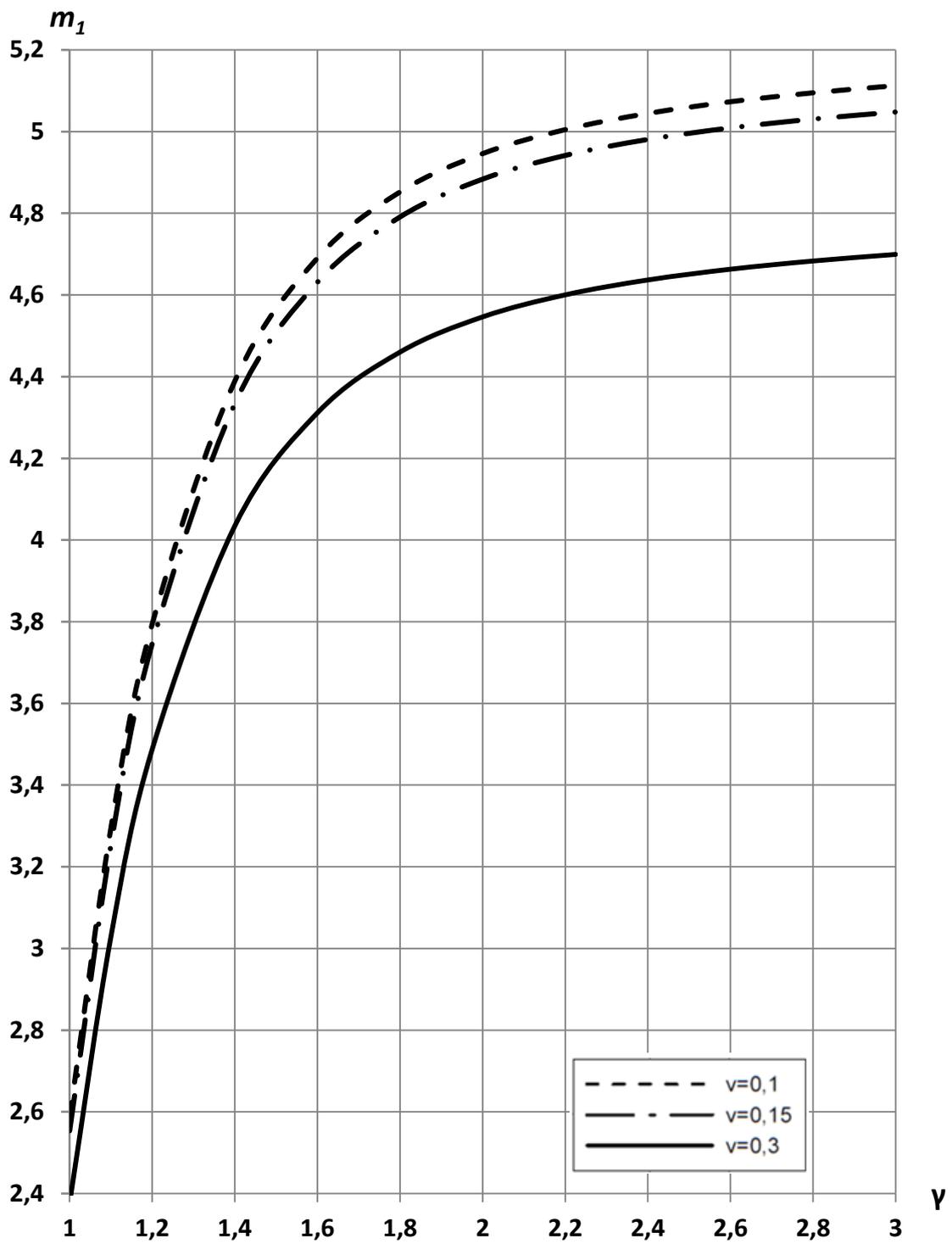


Рис. 8.4-1
Значения коэффициента m_1

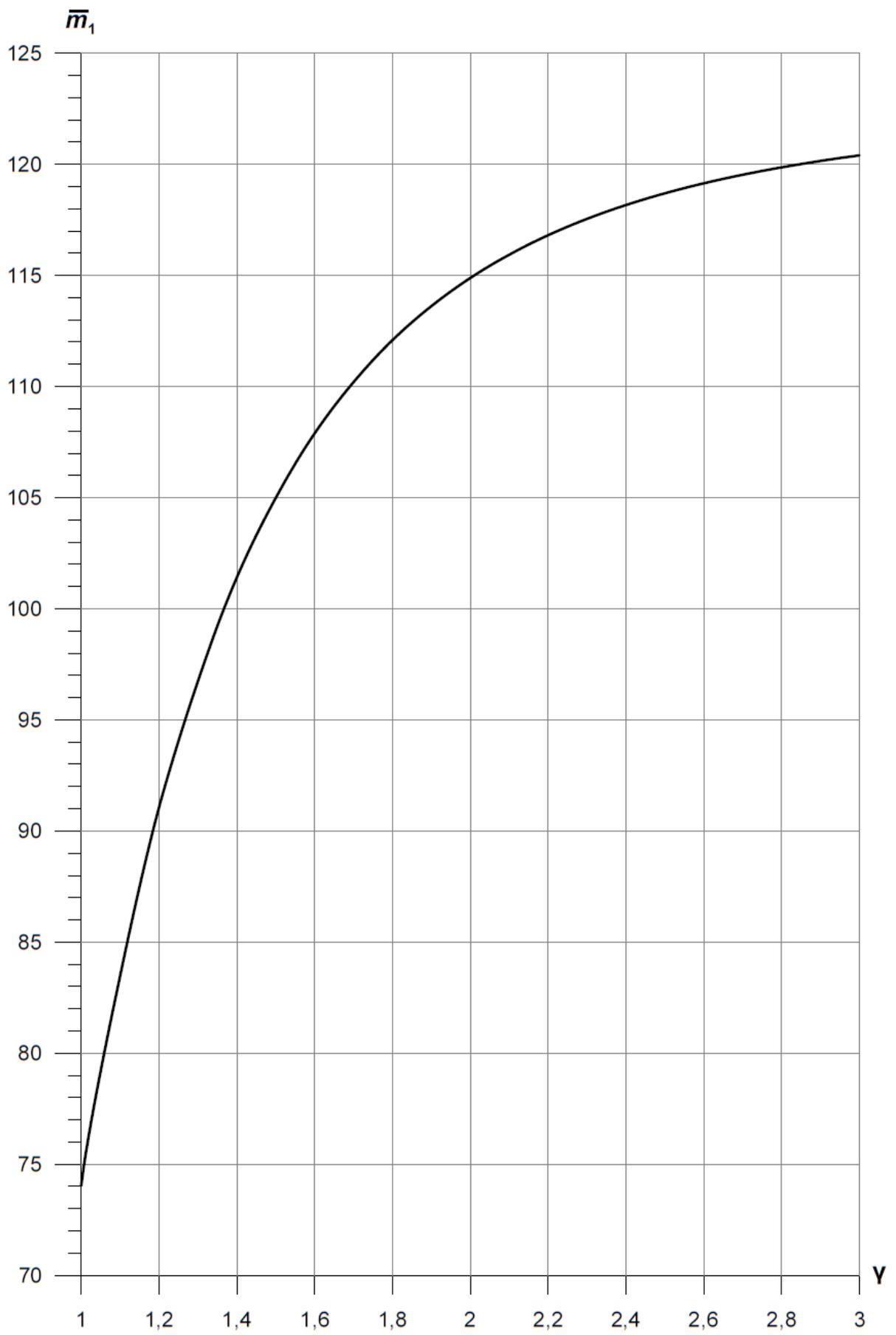


Рис. 8.4-2
Значения коэффициента \bar{m}_1

Нормальные напряжения σ_y , Па, имеют максимальные значения при $x = a/2, y = 0; b$ и определяются по формуле

$$|\sigma_y|_{x=a/2, y=0; b} = p \frac{b^2}{\delta^2} \frac{1+h/\delta}{(1+2h/\delta)^2} m_3,$$

где m_3 — коэффициент.

Значения коэффициентов m_2 и m_3 в зависимости от коэффициента Пуассона ν несущих слоев трехслойной пластины и отношения сторон пластины $\gamma = a/b$ приведены на рис. 8.4-3 — 8.4-4 соответственно.

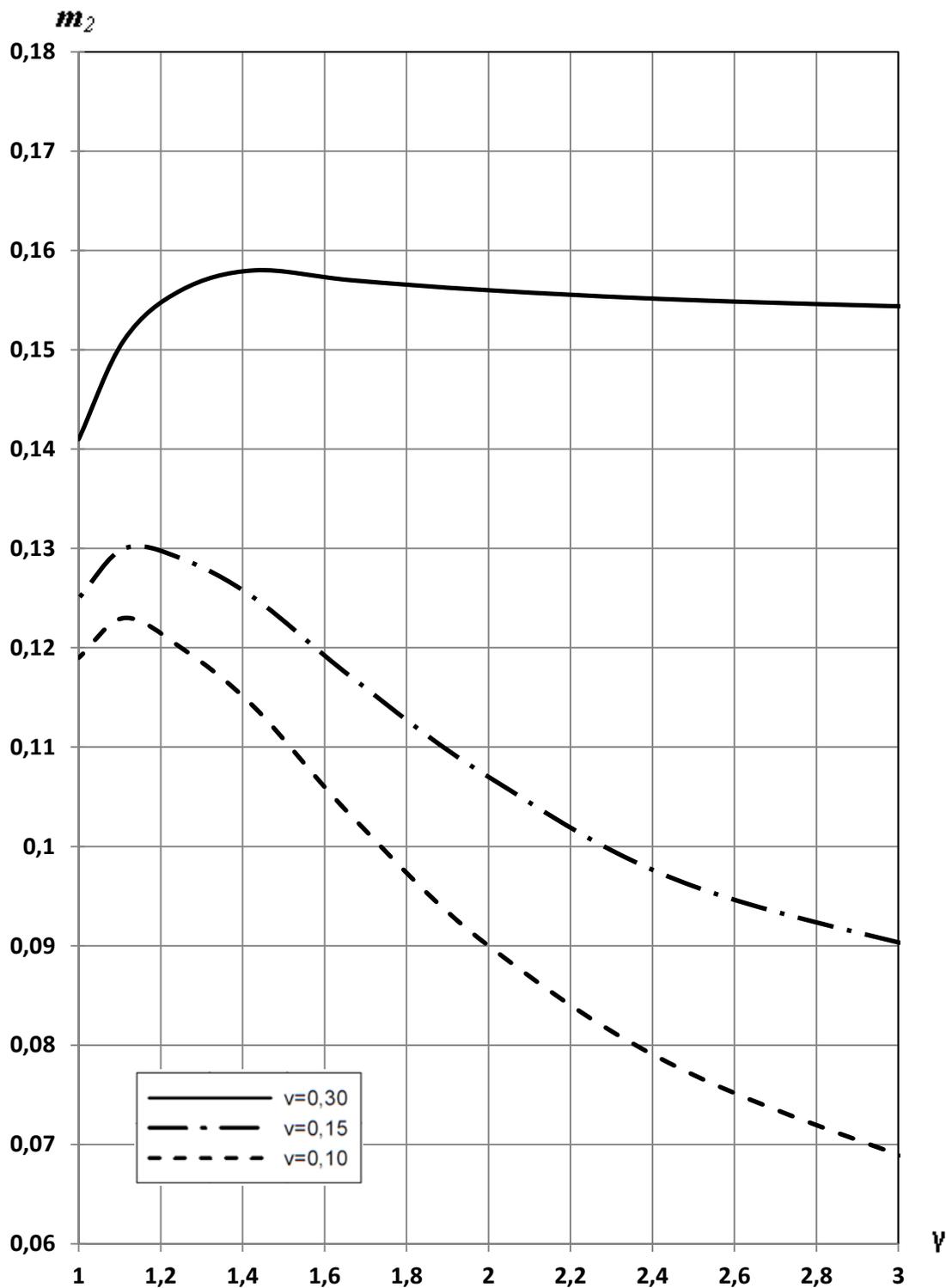


Рис. 8.4-3
Значения коэффициента m_2

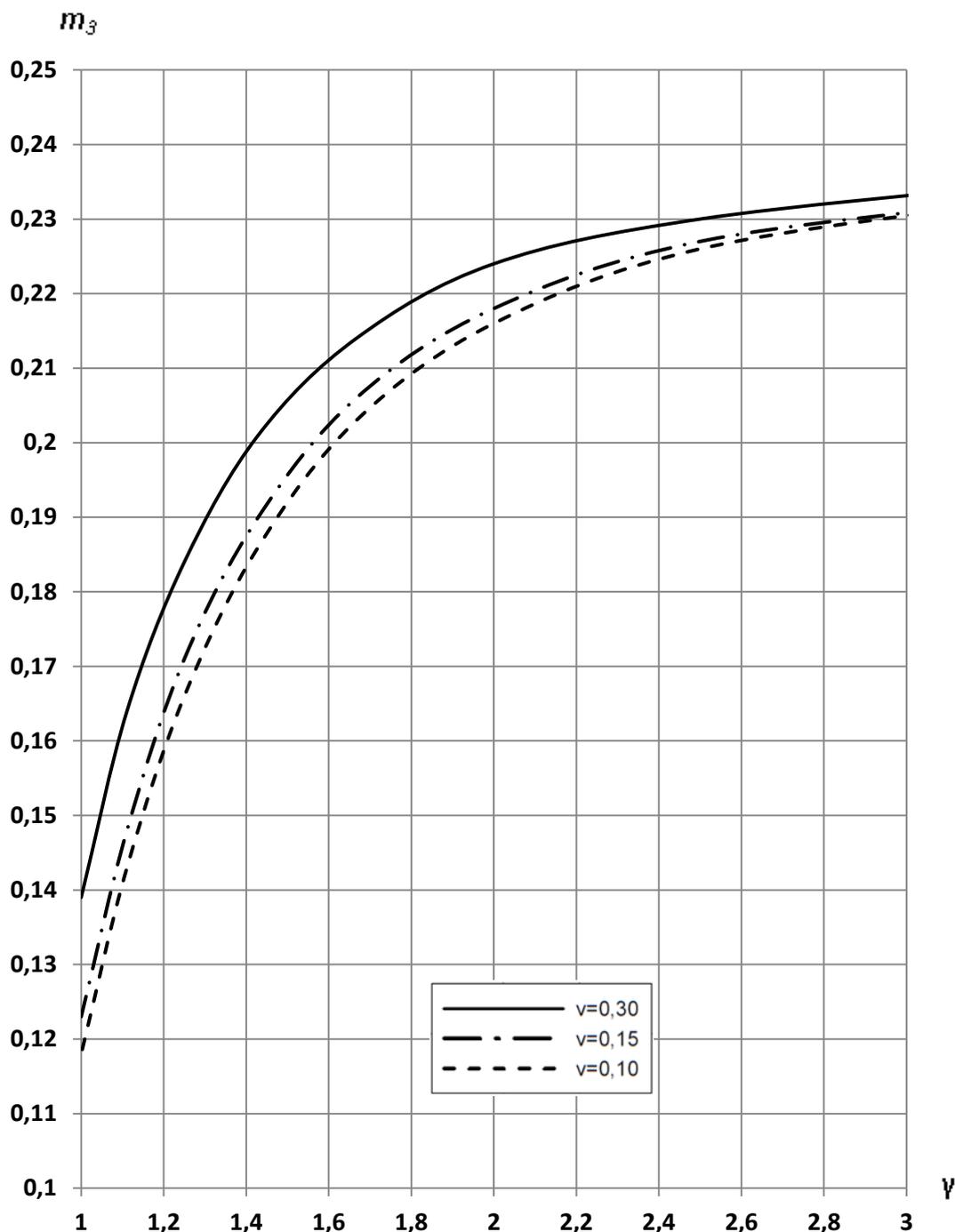


Рис. 8.4-4
Значения коэффициента m_3 .

9 УСТОЙЧИВОСТЬ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН

165 Преамбула **раздела 9** заменяется следующим текстом:

«9.1 Методика проведения расчетов, приведенная в настоящем разделе, предназначена для расчета устойчивости трехслойных пластин с изотропным наполнителем. Методика позволяет определять критическую нагрузку при одностороннем равномерном сжатии при различном закреплении кромок.

В рамках данной методики расчетов рассматриваются прямоугольные пластины, имеющие симметричное строение по толщине $\delta_1 = \delta_2 = \delta$. При этом несущие слои и наполнитель являются изотропными материалами, т.е. для несущих слоев и наполнителя выполняются следующие условия соответственно:

$$E_{i(bl1)} = E_{i(bl2)} = E_{bl}; v_{ij(bl1)} = v_{ij(bl2)} = v_{12(bl)};$$

$$E_{i(core)} = E_{core}; G_{ij(core)} = G_{core}; v_{ij(core)} = v_{core}.$$

Настоящая методика так же может быть использована для расчета напряженно-деформированного состояния трехслойных пластин с ортотропными несущими слоями, если $E_{1(bl)} > E_{2(bl)}$ и $(1 - E_{2(bl)}/E_{1(bl)}) \cdot 100\% < 20\%$, а для геометрических и упругих характеристик пластины выполняются следующие условия:

$$0,01 \leq \frac{G_{core}}{E_{1(bl)}} \leq 0,1; 0,01 \leq \frac{\delta}{h} \leq 0,25; \frac{2h}{a} \sqrt{1 + (a/b)^2} \leq 0,3.$$

В таком случае наполнитель воспринимает только поперечную нагрузку. Сближение слоев также отсутствует.».

166 Нумерация **пунктов 9.1 и 9.2** заменяется на **9.2 и 9.3** соответственно.

167 Нумерация **рисунка 30**, а также ссылки на него заменяются на **9.2**.

168 **Рисунок 9.2** (перенумерованный рисунок 30) заменяется следующим:

«

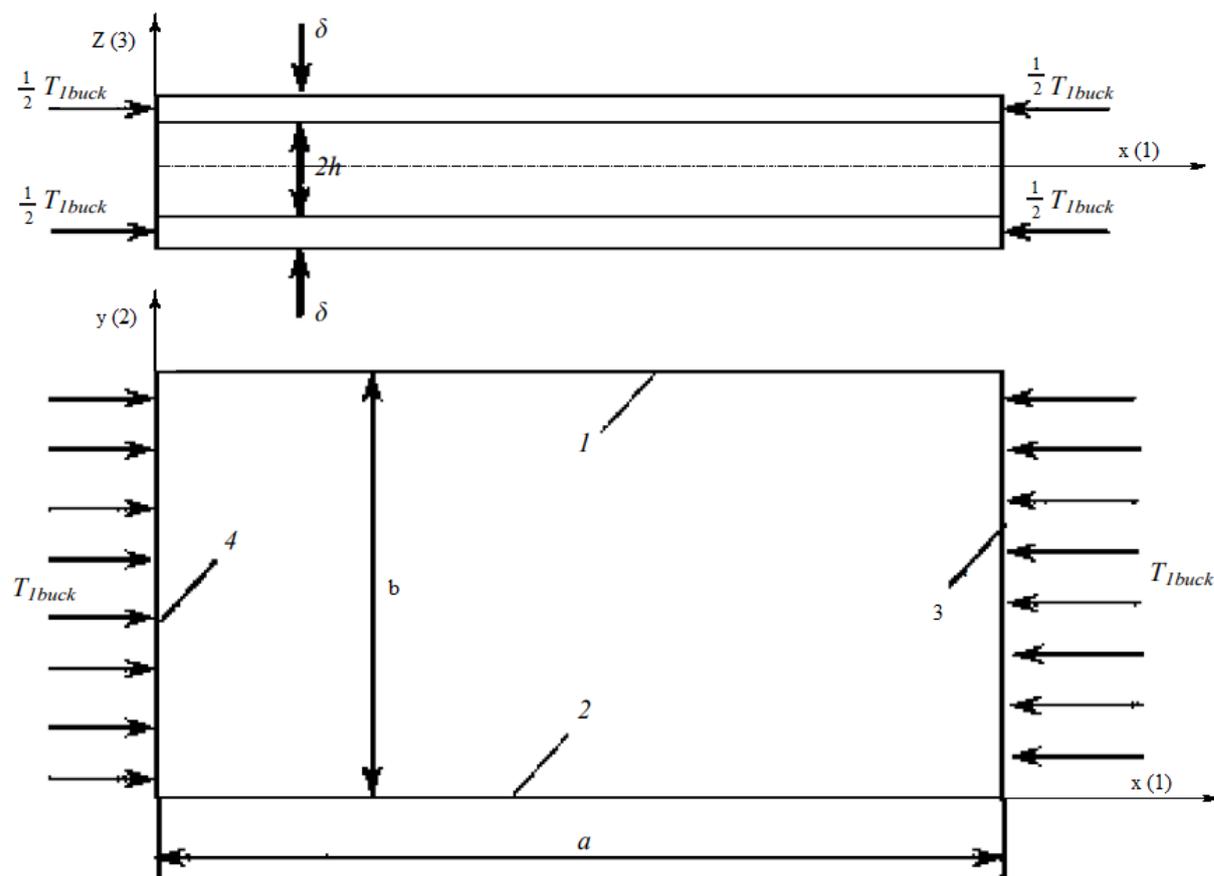


Рис. 9.2

Вид нагружения прямоугольной трехслойной пластины».

169 **Пункт 9.3** (перенумерованный 9.2) заменяется следующим текстом:

«**9.3** Критическая нагрузка T_{1buck} , Н/м, определяется по формуле

$$T_{1buck} = m_t \frac{\pi^2 D}{b^2},$$

где $D = 2D_1 + D_{core} + 2B_1(h + \frac{\delta}{2})^2$;

$$D_1 = \frac{E_{bl} \delta^3}{12(1-\nu_{12}^2(bl))};$$

$$B_1 = \frac{E_{bl} \delta}{1-\nu_{12}^2(bl)};$$

$$D_{core} = \frac{2E_{core}h^3}{3(1-\nu_{core}^2)};$$

E_{bl} — модуль нормальной упругости несущих слоев вдоль длинной стороны трехслойной пластины, Па;

E_{core} — модуль нормальной упругости заполнителя трехслойной пластины, Па;

$\nu_{12(bl)}$ — коэффициент Пуассона материала в плоскости несущих слоев трехслойной пластины;

ν_{core} — коэффициент Пуассона материала заполнителя трехслойной пластины.

При $\frac{h}{\delta} = 5$ критическая нагрузка T_{1buck} , Н/м, определяется по формуле

$$T_{1buck} = m_t m_m \frac{\pi^2 E_{core} \delta^3}{b^2},$$

$$\text{где } m_m = \frac{2}{3} \left[\frac{91\eta}{1-\nu_{12}^2(bl)} + \frac{125}{(1-\nu_{core}^2)} \right], \eta = \frac{E_{bl}}{E_{core}}.$$

Значения коэффициента m_m при $\nu_{12(bl)} = 0,1 \div 0,2$ и $\nu_{core} = 0,3 \div 0,4$ определяются по графику, приведенному на рис. 9.3-1.

Значения коэффициента m_t определяются по графикам в зависимости от условий опирания (см. рис. 9.3-2 — 9.3-5), а жесткостные характеристики определяются по формулам, приведенным в данном разделе.

Значение коэффициента k для рис. 9.3-2 — 9.3-5 определяется по следующей формуле

$$k = \frac{\pi^2 B_0 h}{G_{core} b^2},$$

где $B_0 = 2B_1 + \frac{B_{core}}{3}$;

$$B_{core} = \frac{2E_{core}h}{1-\nu_{core}^2};$$

G_{core} — модуль сдвига заполнителя трехслойной пластины, Па.»

170 Нумерация **рисунка 31**, а также ссылки на него заменяются на **9.3-1**.

171 **Рисунок 9.3-1** (перенумерованный рисунок 31) заменяется следующим:

«

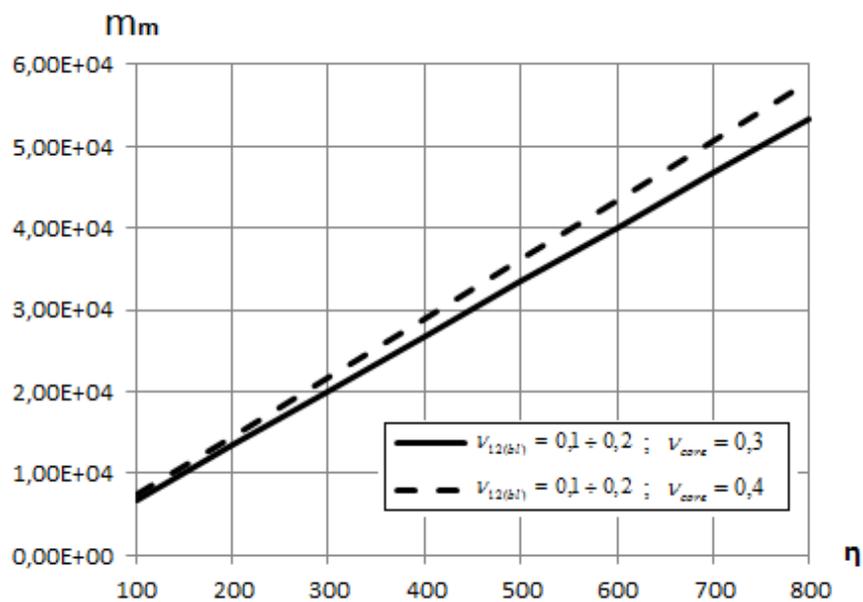


Рис. 9.3-1

График зависимости коэффициента m_m от отношения модулей η ($v_{12(bl)} = 0,1 \div 0,2$ и $v_{core} = 0,3 \div 0,4$).

172 Нумерация **рисунков 32 — 35**, а также ссылки на них заменяются на **9.3-2 — 9.3-5** соответственно.