

СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР КАЧЕСТВА»

Регистрационный номер № РОСС RU.31112.04ЖКХ0

Система зарегистрирована в Федеральном Агентстве по техническому регулированию и метрологии

Испытательная лаборатория общества с ограниченной ответственностью «Альянс»

Аттестат аккредитации РОСС RU.31112.21ПР78 от 14.08.2025

Адрес места осуществления деятельности: 142600, Россия, Московская область, Орехово-зуевский район, посёлок Пригородной, дом 15



УТВЕРЖДАЮ

М.П.

Руководитель ИЛ _____

А.С. Лапин

«12» марта 2026

Протокол испытаний:	№ ДИЛ78-11420
Дата протокола:	12.03.2026 г.
Наименование, адрес и контактные данные заказчика:	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "БЕРЕЗОВСКИЙ ОПЫТНЫЙ ЗАВОД ЭНЕРГОЦВЕТМЕТ - СЕРВИС", ОГРН 1056604082028 Место нахождения: Россия, г.Екатеринбург, ул Завокзальная 5 Адрес места осуществления деятельности: 620014, Россия, Свердловская область, ЕКАТЕРИНБУРГ, улица Завокзальная 5
Изготовитель, адрес:	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "БЕРЕЗОВСКИЙ ОПЫТНЫЙ ЗАВОД ЭНЕРГОЦВЕТМЕТ - СЕРВИС" Место нахождения: 620014, Россия, Свердловская область, г.Екатеринбург, улица Вайнера, д.8., ОГРН 1056604082028 Адрес места осуществления деятельности по изготовлению продукции: 620141, Россия, г.Екатеринбург, ул Завокзальная 5
Наименование (торговая марка/модель/тип/артикул) образца (ов):	Днище эллиптическое 1200х6
Дата получения образца (ов):	20.02.2026 г.
Основание проведения испытаний:	Заявка № 11420 от 20.02.2026 г.
Стандарт (ы), устанавливающие требования и/или методы испытаний, сведения об изменениях:	ГОСТ 6533-78, ГОСТ 34233.2-2017
Результаты испытаний настоящего протокола относятся только к представленному образцу (ам). Размножение или перепечатка протокола испытаний без разрешения испытательной лаборатории не допускается.	

Условия проведения испытаний:	
Температура воздуха, °С	20 ± 5
Относительная влажность воздуха, %	30 ÷ 80
Атмосферное давление, кПа	84 ÷ 115

Результаты испытаний

п.4.1	Приведенный в настоящем стандарте расчет применим при выполнении требований ГОСТ 34233.1.	С
п.4.2	В основу расчетных формул, приведенных в настоящем стандарте, при оценке прочности по ложен метод предельных нагрузок. При расчете на устойчивость от внешнего давления, при вакууме, а также от других нагрузок, вызывающих сжимающее напряжение, в качестве предельного состояния принято достижение нижних критических напряжений.	С
п.4.3	При одновременном действии нескольких нагрузок (давления, осевого сжатия и т. д.) условие прочности (устойчивости) проверяют на основе их линейного взаимодействия, за исключением случаев, когда имеются более точные решения.	С
п.4.4	В настоящем стандарте приведены формулы для определения исполнительных размеров элементов сосудов и аппаратов при проектировочном расчете и определении допускаемых нагрузок при поверочном расчете.	С
п.5	Расчет цилиндрических обечаек.	
п.5.1	Расчетные схемы цилиндрических обечаек приведены на рисунках 1—4.	С
п.5.2.1	Условия применения расчетных формул Расчетные формулы применимы при отношении толщины стенки к диаметру: $(s-c)/D < 0,1$ для обечаек и труб при $D > 200$ мм; $(s-c)/D < 0,3$ для труб при $D < 200$ мм.	С
п.5.2.2	Формулы, приведенные в 5.3.2, 5.3.4— 5.3.7 и 5.4.2, следует применять при условии, что расчетные температуры не превышают значений, при которых учитывается ползучесть материалов, т. е. при таких температурах, когда допускаемое напряжение определяют только по пределу текучести или временному сопротивлению (пределу прочности). Если нет точных данных по этим температурам, то формулы применимы при расчетных температурах, которые не превышают 380 °С для углеродистых сталей, 420 °С— для низколегированных и легированных сталей, 525 °С— для аустенитных сталей, 150 °С — для алюминия и его сплавов, 250 °С — для меди и ее сплавов, 300 °С — для титана и его сплавов.	С
п.5.2.3	Для обечаек, подкрепленных кольцами жесткости, дополнительно к требованиям 5.2.1 и 5.2.2 следует выполнять следующие ограничения: - отношение высоты сечения кольца жесткости к диаметру $h_2/D < 0,2$; - расчетные формулы следует применять при условии равномерного расположения колец жесткости; - в тех случаях, когда кольца жесткости установлены неравномерно, значения b и l_1 необходимо подставлять для того участка, на котором расстояние между двумя соседними кольцами жесткости максимальное; - если $l_2 > l_1$, то в качестве расчетной длины принимают l_2 .	С
п.5.2.4	Расчетные формулы для обечаек, работающих под действием осевого сжимающего усилия, приведенные в 5.3.4, 5.4.3, применимы при следующем условии: $l/D > 1$ или $b/D > 1$. Для обечаек, у которых $l/D < 1$ или $b/D < 1$, при отсутствии более точных расчетов допускается пользоваться формулами (15) и (17).	С
п.5.3	Гладкие цилиндрические обечайки.	
п.5.3.1	Обечайки, нагруженные внутренним избыточным давлением.	

Данный протокол касается только образца, подвергнутого испытаниям

п.5.3.1.1	Толщину стенки вычисляют по формуле (1), где расчетную толщину стенки вычисляют по формуле (2)	С
п.5.3.1.2	Допускаемое внутреннее избыточное давление вычисляют по формуле (3)	С
п.5.3.1.3	При изготовлении обечайки из листов разной толщины, соединенных продольными швами, расчет толщины обечайки проводят для каждого листа с учетом имеющихся в них ослаблений.	С
п.5.3.2	Обечайки, нагруженные наружным давлением	
п.5.3.2.1	Значение необходимой толщины стенки может быть предварительно вычислено по формулам (4) и (5) с обязательной последующей проверкой по формуле (7). Толщину стенки вычисляют по формуле (4). Расчетную толщину стенки вычисляют по формуле (5). Коэффициент В вычисляют по формуле (6).	С
п.5.3.2.2	Допускаемое наружное давление вычисляют по формуле (7), допускаемое давление из условия прочности вычисляют по формуле (8), а допускаемое давление из условия устойчивости в пределах упругости вычисляют по формуле (9). Коэффициент В1 вычисляют по формуле (10). При определении расчетной длины обечайки l или L длину примыкающего элемента l3 следует вычислять по формулам: l3 = H/3 для выпуклых днищ; l3 = D/(6 tg(α1)) для конических обечаек (днищ) без отбортовки, но не более длины конического элемента; l3 = max(r sin(α1), D/(6 tg(α1))) — для конических обечаек (днищ) с отбортовкой, но не более длины конического элемента. Если примыкающими элементами являются одна или несколько обечаек той же или другой толщины, при определении расчетной длины обечайки следует учитывать их суммарную длину.	С
п.5.3.3	Обечайки, нагруженные осевым растягивающим усилием.	
п.5.3.3.1	Толщину стенки вычисляют по формуле (11) Расчетную толщину стенки вычисляют по формуле (12)	С
п.5.3.3.2	Допускаемое осевое растягивающее усилие вычисляют по формуле (13)	С
п.5.3.4	Обечайки, нагруженные осевым сжимающим усилием.	
п.5.3.4.1	Допускаемое осевое сжимающее усилие вычисляют по формуле (14). Допускаемое осевое сжимающее усилие из условия прочности вычисляют по формуле (15). Допускаемое осевое сжимающее усилие из условия устойчивости вычисляют из условия местной устойчивости в пределах упругости по формуле (16). Если расчетная длина обечайки l превышает диаметр D более чем в 10 раз, а также для составных обечаек корпусов колонных аппаратов, отличающихся толщиной и диаметром, дополнительно выполняют проверку на условие общей устойчивости в пределах упругости. При этом допускаемое осевое сжимающее усилие из условия устойчивости определяют как меньшее из двух по формуле (17). Допускаемое осевое сжимающее усилие из условия общей устойчивости в пределах упругости вычисляют по формуле (18). Гибкость λ вычисляют по формуле (19). Приведенная расчетная длина lпр согласно таблице 1. Для схем, не приведенных в таблице 1, lпр определяют с помощью специальных методов расчета.	С
п.5.3.4.2	Для рабочих условий (пу = 2,4) допускаемое сжимающее усилие можно вычислять по формуле (20). Коэффициенты φ1 и φ2 определяют по графикам, приведенным на рисунках 5 и 6.	С
п.5.3.5	Обечайки, нагруженные изгибающим моментом.	

Данный протокол касается только образца, подвергнутого испытаниям

п.5.3.5.1	Допускаемый изгибающий момент вычисляют по формуле (21). Допускаемый изгибающий момент из условия прочности вычисляют по формуле (22). Допускаемый изгибающий момент из условия устойчивости в пределах упругости вычисляют по формуле (23)	С
п.5.3.5.2	Для рабочих условий ($\mu = 2,4$) допускаемый изгибающий момент можно вычислять по формуле (24)	С
п.5.3.6	Обечайки, нагруженные поперечными усилиями. Допускаемое поперечное усилие вычисляют по формуле (25). Допускаемое поперечное усилие из условия прочности вычисляют по формуле (26). Допускаемое поперечное усилие из условия устойчивости в пределах упругости вычисляют по формуле (27).	С
п.5.3.7	Обечайки, работающие под совместным действием наружного давления, осевого сжимающего усилия, изгибающего момента и поперечного усилия. Обечайки, работающие под совместным действием нагрузки, проверяют на устойчивость по формуле (28).	С
п.5.4	Цилиндрические обечайки, подкрепленные кольцами жесткости.	
п.5.4.1	Обечайки с кольцами жесткости, нагруженные внутренним избыточным давлением.	
п.5.4.1.1	Определение размеров колец жесткости при внутреннем давлении. Для заданных расчетного давления p и толщины стенки s коэффициент K_4 следует вычислять по формуле (29).	С
п.6.4.2	Торосферические днища, нагруженные наружным давлением. Торосферические днища, нагруженные наружным давлением, вычисляют по формулам (46), (47) и (48) при K_3 , равном 1. Кроме того, наружное давление не должно превышать допускаемое давление, определяемое по формуле (57).	С
п.6.5	Сферические неотбортованные днища и крышки.	
п.6.5.1	Сферические неотбортованные днища и крышки, нагруженные внутренним избыточным давлением.	
п.6.5.1.1	Толщину стенок крышек и днищ определяют методом последовательных приближений. Предварительно толщину стенки вычисляют по формуле (60), а затем по формуле (61). Расчет проводят до тех пор, пока разница между полученным значением s_{1p}'' и принятым s_1 при определении коэффициента β по формуле (66) не будет превышать 5%. В качестве расчетной толщины стенки днища или крышки принимают большее из двух значений, определяемых по формулам (60) и (61). Исполнительная толщина стенки определяется из формулы (62).	С
п.6.5.1.2	Допускаемое избыточное давление определяется по формулам (63)-(65)	С
п.6.5.1.3	β при $M \leq [M]$ вычисляют по формуле (66).	С
п.6.5.1.3.1	При заданных геометрических размерах днищ тригонометрические функции вычисляют по формулам $\cos\psi = \frac{D}{2R_c}$, $\operatorname{tg}\psi = \sqrt{\frac{2R_c^2}{D^2} - 1}$.	С
п.6.5.1.3.2	Отношение допускаемых напряжений вычисляют по формулам $\chi_k = \frac{[\sigma]_k}{[\sigma]_1}$, $\chi = \frac{[\sigma]}{[\sigma]_1}$, $\chi_5 = \frac{[\sigma]_5}{[\sigma]_1}$	С

Данный протокол касается только образца, подвергнутого испытаниям

п.6.5.1.3.3	Величины A_k, M, $[M]$ вычисляют по таблице 2. Предварительно размеры кольца a и h подбирают из условий: - для моделей по рисункам 13, 14: $A_k \approx \frac{pD^2}{8[\sigma]_k} tg\psi$; - для моделей по рисунку 15 $M \leq [M]$; - R_n - усилие на прокладке, необходимое для обеспечения герметичности соединения крышки и фланцевого соединения, вычисляют по ГОСТ 34233.4 [формула (9)]; - для моделей по рисунку 13 необходимо, чтобы e_1 имело минимальное значение.	С
п.6.5.2	Сферические неотбортованные днища и крышки, нагруженные наружным давлением.	
п.6.5.2.1	Толщину стенки сферического сегмента днища или крышки предварительно вычисляют по формулам (60)-(62) с последующей проверкой по формулам (67)-(69).	С
п.6.5.2.2	Допускаемое наружное давление вычисляют по формулам (67)-(69).	С
п.6.5.2.3	Коэффициент K_s определяют по таблице 3	С
п.7	Расчет плоских круглых днищ и крышек	
п.7.1	Область применения расчетных формул	
п.7.1.1	Формулы применимы для расчета плоских круглых днищ и крышек при условии: $\frac{s^{1-\epsilon}}{D_p} \leq 0,11$	С
п.7.1.2	Допускается проводить расчет при $\frac{s^{1-\epsilon}}{D_p} > 0,11$, но значение допускаемого давления, вычисленного по формуле (75) или (84), следует умножать на поправочный коэффициент: $K_p = \frac{2,2}{1 + \sqrt{1 + (6 \frac{s^{1-\epsilon}}{D_p})^2}} \quad (70)$ Если при определении толщины днища по 7.2.1 или 7.3.1 в результате расчета окажется, что $\frac{s^{1-\epsilon}}{D_p} > 0,11$, то необходимо дополнительно определить допускаемое давление по 7.2.7 или 7.3.8 и умножить его на коэффициент K_p. При $K_p[p] < p$ толщину днища следует увеличивать так, чтобы было выполнено условие: $K_p[p] \geq p$.	С
п.7.1.3	Формулы для расчета плоских круглых днищ и крышек с радиальными ребрами жесткости применимы при следующих условиях: $\frac{r_0}{2h} \geq 5; n \geq 6; \frac{h_{доп}}{h_{доп} + p} \leq 1; \frac{4e_0}{A_p} \leq 10$	С
п.7.2	Расчет плоских круглых днищ и крышек.	
п.7.2.1	Толщину плоских круглых днищ и крышек сосудов и аппаратов, работающих под внутренним избыточным или наружным давлением, вычисляют по формулам (71), (72).	С
п.7.2.2	Коэффициент K в зависимости от конструкции днищ и крышек определяют по таблице 4.	С
п.7.2.3	K_0 для днищ и крышек, имеющих одно отверстие, вычисляют по формуле (73)	С
п.7.2.4	K_0 для днищ и крышек, имеющих несколько отверстий, вычисляют по формуле (74). Коэффициент K_0 определяют для наиболее ослабленного сечения. Максимальную сумму для длин хорд отверстий в наиболее ослабленном диаметральной сечении днища или крышки определяют согласно рисунку 16 по формуле $\sum d_i = \max\{(d_1 + d_3); (b_2 + b_3)\}$. Основные расчетные размеры отверстий указаны на рисунках 16, 17.	С
п.7.2.5	K_0 для днищ и крышек без отверстий принимают равным 1.	С

Данный протокол касается только образца, подвергнутого испытаниям

п.7.2.6	Во всех случаях присоединения днища к обечайке минимальная толщина плоского круглого днища должна быть не менее толщины обечайки, вычисленной в соответствии с 5.3.	С
п.7.2.7	Допускаемое давление на плоское днище или крышку вычисляют по формуле (75).	С
п.7.2.8	Толщину s_2 для типов соединения 10, 11 и 12 (см. таблицу 4) вычисляют по формулам (76).	С
п.7.3	Расчет плоских круглых крышек с дополнительным краевым моментом.	
п.7.3.1	Толщину плоских круглых крышек с дополнительным краевым моментом (см. рисунок 18) под действием внутреннего давления вычисляют по формулам (77), (78).	С
п.7.3.2	Коэффициент K_6 вычисляют по формуле (79) или по графику, приведенному на рисунке 19, в зависимости от отношений $D_3/D_{с.п}$ и ψ_1 . Значение ψ_1 вычисляют по формуле (80), где $Q_d = 0,785pD_{с.п}^2$; P_6 определяют по ГОСТ 34233.4 для рабочих условий.	С
п.7.3.3	Коэффициент K_0 вычисляют по формуле (73) или (74), если $\sum d_i \leq 0,7D_p$, при этом отверстия для болтов в расчет не принимают.	С
п.7.3.4	Для крышки, имеющей паз для перегородки (например, камер теплообменника), значение коэффициента K_6 для определения толщины в месте паза (см. рисунок 186) вычисляют с учетом усилия от сжатия прокладки в пазах по формуле (81).	С
п.7.3.5	Толщину плоской круглой крышки с дополнительным краевым моментом в месте уплотнения s_2 (см. рисунок 18а) вычисляют по формуле (82). В формуле (82) при определении Φ индекс «р» указывает на то, что величина суммарного болтового усилия и допускаемого напряжения для материала крышки относится к рабочему состоянию или испытаниям, а индекс «м» — состоянию монтажа.	С
п.7.3.6	Коэффициент K_7 вычисляют по формуле (83) или определяют по графику, приведенному на рисунке 20, в зависимости от отношения диаметров.	С
п.7.3.7	Толщину края плоской круглой крышки с дополнительным краевым моментом вне зоны уплотнения s_3 (см. рисунок 18) вычисляют по формуле (82), при этом в формулах (82) и (83) вместо $D_{с.п}$ следует принять D_2 .	С
п.7.3.8	Допускаемое давление для плоской круглой крышки с дополнительным краевым моментом при поверочных расчетах вычисляют по формуле (84).	С
п.7.4	Днища и крышки плоские круглые с радиальными ребрами жесткости	С
п.7.4.1	Расчетные схемы днищ приведены на рисунках 21—24.	С
п.7.4.2	Для определения допускаемого избыточного давления предварительно определяют следующие параметры: - расчетное расстояние от поверхности пластинки до нижнего торца втулки – формула (85); - расчетная высота втулки – формула (86); - относительный радиус втулки – формула (87); - расстояние от срединной поверхности пластины до нейтральной поверхности – формула (88).	С

Заключение: По результатам проведенных исследований объект испытаний соответствует требованиям ГОСТ 6533-78, ГОСТ 34233.2-2017

Данный протокол касается только образца, подвергнутого испытаниям