

УДК 69.058.2

**КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ
С ПОКРЫТИЕМ В ВИДЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО СВОДА**

Евсеев Александр Евгеньевич,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г.Пенза,*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».

Евсеев Илья Александрович,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г.Пенза,*

студент.

Аннотация

В статье рассматривается возможность применения ГОСТ 23616-79 (СТ СЭВ 4243-83) «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности» для случаев, когда действующие нормы проектирования (СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия») не регламентирует допускаемые параметры геометрических размеров.

Ключевые слова: деформации, перемещения, геометрические параметры, контроль точности, допускаемые перемещения.

**ACCURACY CONTROL OF GEOMETRIC PARAMETERS
DURING CONSTRUCTION OF LARGE-SPAN BUILDINGS
WITH ROOF IN THE FORM OF BARREL VAULT**

Evseev Aleksandr Evgenevich,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Mechanics”.

Evseev Ilya Aleksandrovich,

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza,
student.*

Abstract

The article discusses the possibility of applying GOST 23616-79 «System for ensuring the accuracy of geometrical parameters in construction. Control of accuracy» for cases when the current design standards, SP 20.13330.2016 «Loads and impacts», do not regulate the allowable parameters of geometric dimensions.

Keywords: deformations, displacements, geometric parameters, accuracy control, permissible displacements.

В августе 2018 г. была проведена исполнительная съемка арочной конструкции ангара №2 площадки №1 комплекса по подращиванию и откорму индейки в с. Колдаис Шемышейского района Пензенской области. Результатом съемки стали отметки свода по семи продольным сечениям. По длине ангара съемка проводилась через каждые 3,3 м. При этом сечение № 4 было назначено по оси свода остальные сечения находились последовательно на расстоянии 3 м от него. Данный вид контроля классифицируется, в соответствии с [2], как сплошной приемочный контроль.

Полученные результаты сведены в таблице 1. Профили свода по сечениям представлены на рисунке 1. Общий вид смонтированной конструкции показан на фото 1.



Фото 1 Общий вид смонтированной конструкции.

Таблица 1

Координата сечения, м	Высоты покрытия по сечениям, м									
	1	2	3		4		5		6	7
			откл.		откл.		откл.			
0	3.25	5.28	6.30	-1.44%	6.59	-1.55%	6.21	-1.37%	5.08	3.01
3.3	3.24	5.30	6.33	-0.97%			6.23	-1.05%	5.10	2.98
6.6	3.22	5.33							5.10	2.97
9.9	3.22	5.34	6.41	0.28%			6.23	-1.05%	5.01	2.86
13.2	3.25	5.36	6.41	0.28%	6.62	-1.10%	6.19	-1.69%	5.02	2.90
16.5	3.25	5.36	6.41	0.28%	6.63	-0.95%	6.24	-0.89%	5.10	2.93
19.8	3.15	5.29	6.37	-0.34%	6.66	-0.50%	6.34	0.70%	5.14	2.98
23.1	3.09	5.22	6.39	-0.03%	6.73	0.54%	6.37	1.17%	5.20	3.02
26.4	3.04	5.24	6.41	0.28%	6.74	0.69%	6.40	1.65%	5.22	3.04
29.7	3.01	5.29	6.36	-0.50%	6.74	0.69%	6.36	1.01%	5.17	3.00
33.0	3.22	5.36	6.44	0.75%	6.70	0.10%	6.28	-0.26%	5.15	2.95
36.3	3.17	5.35	6.42	0.44%	6.69	-0.05%	6.32	0.38%	5.14	2.96

39.6	3.18	5.34	6.45	0.91%	6.67	-0.35%	6.30	0.06%	5.16	2.94
42.9	3.18	5.35	6.44	0.75%	6.73	0.54%	6.27	-0.41%	5.14	2.94
46.2	3.18	5.36	6.47	1.22%	6.74	0.69%	6.27	-0.41%	5.13	2.93
49.5	3.21	5.36	6.45	0.91%	6.72	0.40%	6.31	0.22%	5.08	2.88
52.8	3.22	5.35	6.48	1.38%	6.72	0.40%	6.31	0.22%	5.11	2.96
56.1	3.23	5.31	6.41	0.28%	6.69	-0.05%	6.30	0.06%	5.17	2.97
59.4	3.19	5.31	6.37	-0.34%	6.70	0.10%	6.31	0.22%	5.18	3.02
62.7	3.12	5.25	6.39	-0.03%	6.74	0.69%	6.37	1.17%	5.27	3.11
66.0	3.09	5.27	6.43	0.60%	6.74	0.69%	6.39	1.49%	5.22	3.10
69.3	3.13	5.29	6.42	0.44%	6.73	0.54%	6.29	-0.10%	5.19	3.07
72.6	3.17	5.32	6.39	-0.03%	6.68	-0.20%	6.25	-0.73%	5.15	3.00
75.9	3.14	5.31	6.39	-0.03%	6.72	0.40%	6.31	0.22%	5.14	2.97
79.2	3.09	5.28	6.40	0.13%	6.73	0.54%	6.37	1.17%	5.22	3.04
82.5	3.15	5.29	6.40	0.13%	6.70	0.10%	6.34	0.70%	5.19	3.02
85.8	3.16	5.26	6.35	-0.66%	6.69	-0.05%	6.28	-0.26%	5.19	3.01
89.1	3.14	5.27	6.31	-1.28%	6.69	-0.05%	6.29	-0.10%	5.16	2.99
92.4	3.21	5.29	6.40	0.13%	6.68	-0.20%	6.22	-1.21%	5.11	2.97
95.7	3.28	5.37	6.42	0.44%	6.69	-0.05%	6.22	-1.21%	5.08	2.91
99.0	3.26	5.37	6.47	1.22%	6.71	0.25%	6.24	-0.89%	5.06	2.86
102.3	3.15	5.33	6.41	0.28%	6.67	-0.35%	6.31	0.22%	5.14	2.92
105.6	3.11	5.29	6.39	-0.03%	6.69	-0.05%	6.33	0.54%	5.19	2.99
108.9	3.11	5.15	6.35	-0.66%	6.69	-0.05%	6.31	0.22%	5.19	3.06
112.2	3.15	5.25	6.33	-0.97%	6.68	-0.20%	6.27	-0.41%	5.17	3.03
115.5	3.08	5.24	6.30	-1.44%	6.66	-0.50%	6.30	0.06%	5.24	3.07
118.8	3.01	5.15	6.24	-2.38%	6.62	-1.10%	6.33	0.54%	5.29	3.21
Среднее значение	3.16	5.30	6.39		6.69		6.30		5.15	2.99

В таблице приведены отклонения от среднего значения по каждому из продольных сечений свода. Максимальные отклонения отмечены фоном.

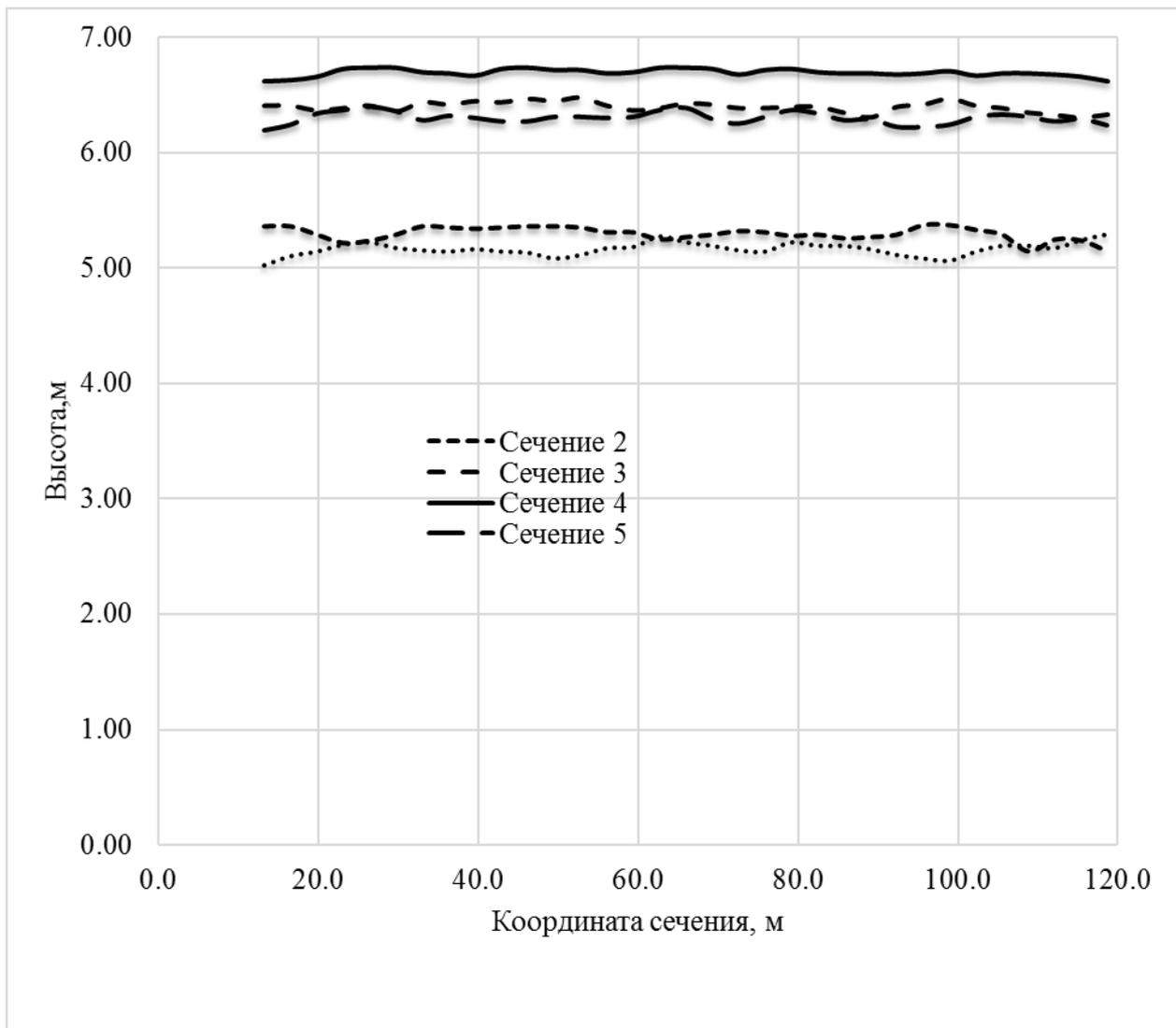


Рисунок 1 Профили по сечениям.

По профилю среднего сечения №4 наблюдаются так называемые «седла» с шагом 25÷30 м. Поскольку действующие нормы проектирования [1] не регламентирует допускаемые параметры седловидности, для оценки влияния этого фактора следует обратиться к [3]. Проверку статистических характеристик проведём в соответствии с [2].

Результаты измерений были округлены до целых значений в мм и внесены в табл.2, составленную по форме табл.2 приложения 1 [2], после чего в табл.2 были выполнены необходимые вычисления.

Таблица 2

№ п/п	δx_i	δx_i^2	δx_{i+1}	$(\delta x_{i+1})^2$
1	2	3	4	5
1	-104	10816	-103	10609

2	-74	5476	-73	5329
3	-64	4096	-63	3969
4	-34	1156	-33	1089
5	36	1296	37	1369
6	46	2116	47	2209
7	46	2116	47	2209
8	6	36	7	49
9	-4	16	-3	9
10	-24	576	-23	529
11	36	1296	37	1369
12	46	2116	47	2209
13	26	676	27	729
14	26	676	27	729
15	-4	16	-3	9
16	6	36	7	49
17	46	2116	47	2209
18	46	2116	47	2209
19	36	1296	37	1369
20	-14	196	-13	169
21	26	676	27	729
22	36	1296	37	1369
23	6	36	7	49
24	-4	16	-3	9
25	-4	16	-3	9
26	-14	196	-13	169
27	-4	16	-3	9
28	16	256	17	289
29	-24	576	-23	529
30	-4	16	-3	9
31	-4	16	-3	9
32	-14	196	-13	169
33	-34	1156	-33	1089
34	-74	5476	-73	5329
Σ	-16	48184	18	48186

Правильность заполнения таблицы в соответствии с п.1 приложения 1 [2]

была проверена тождеством

$$\sum_{i=1}^n (\delta x_i + 1)^2 \equiv \sum_{i=1}^n \delta x_i^2 + 2 \sum_{i=1}^n \delta x_i + n;$$

$$48186 = 48184 + 2 * (-16) + 34.$$

после чего по формулам (1) и (2) [2] определены

$$\delta x_m = \frac{\sum_{i=1}^n \delta x_i}{n} = -16 / 34 = -0.471 \text{ мм}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta x_i^2}{n} - \delta x_m^2} = \sqrt{48184 / 34 - 0.471^2} = 37.642 \text{ мм}$$

Из действительных отклонений во всех выборках были выбраны наибольшее $\delta x_{j \max} = +46$ мм и наименьшее $\delta x_{j \min} = -104$ мм значения и поле рассеяния между ними разделено на 10 интервалов по 15 мм с границами, равными 46; 31; 16; 1; -14 мм и т.д.. Центры интервалов $\delta x_j = 38.5; 23.5; 8.5; -6.5$ мм и т.д., были занесены в графу 2 табл.3.

Таблица 3 Таблица расчета статистических характеристик

Центры интервалов распределения δx_j , мм	Частота отклонений в интервалах f_i	δx_j^2	δx_{j+1}	$(\delta x_{j+1})^2$	$f_i \delta x_j$	$f_i \delta x_j^2$	$f_i (\delta x_{j+1})^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
38.5	9	1482.25	39.5	1560.25	346.5	13340.25	14042.25
23.5	3	552.25	24.5	600.25	70.5	1656.75	1800.75
8.5	4	72.25	9.5	90.25	34	289	361
-6.5	7	42.25	-5.5	30.25	-45.5	295.75	211.75
-21.5	5	462.25	-20.5	420.25	-107.5	2311.25	2101.25
-36.5	2	1332.25	-35.5	1260.25	-73	2664.5	2520.5
-51.5	0	2652.25	-50.5	2550.25	0	0	0
-66.5	1	4422.25	-65.5	4290.25	-66.5	4422.25	4290.25
-81.5	2	6642.25	-80.5	6480.25	-163	13284.5	12960.5
-96.5	1	9312.25	-95.5	9120.25	-96.5	9312.25	9120.25
	34			Σ	-101	47576.5	47408.5

Действительные отклонения δx_j из всех выборок были распределены по интервалам, после чего было подсчитано количество отклонений в каждом

интервале (частоты), построена гистограмма и выполнены все промежуточные вычисления в таблице. Правильность заполнения таблицы в соответствии с п.4 приложения 1 была проверена тождеством

$$\sum_{j=1}^m f_j (\delta x_j + 1)^2 = \sum_{j=1}^m f_j \delta x_j^2 + 2 \sum_{j=1}^m f_j \delta x_j + \sum_{j=1}^m f_j ;$$

$$47408.5 = 47576.5 + 2 * (-101) + 34 /$$

Характеристики δx_m и S_x были вычислены по формулам (1a) и (2a) приложения 1:

$$\delta x_m = \frac{\sum_{j=1}^m \delta x_j}{\sum_{j=1}^m f_j} = -101 / 34 = -2.97 \text{ мм}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m f_j \delta x_j^2}{n} - \delta x_m^2} = \sqrt{47576.5 / 34 - 2.97^2} = 37.29 \text{ мм}$$

Далее вычислены значения

$$\delta x_m + 3S_x = -2.97 + 3 * 37.29 = 108.9 \text{ мм}$$

$$\delta x_m - 3S_x = -2.97 - 3 * 37.29 = -114.84 \text{ мм.}$$

Поскольку не выявлены отклонения, выходящие за пределы, ограниченные вычисленными значениями, делаем вывод что грубые отклонения от прямолинейности отсутствуют.

Таким образом в случаях, когда действующие нормы проектирования (СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия») не регламентирует допускаемые параметры геометрических размеров, возможно применять ГОСТ 23616-79 (СТ СЭВ 4243-83) «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности» для контроля качества выполненных строительных работ.

Библиографический список:

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями № 1, 2). М.: ОАО «ЦПП», 2016. 80 с.

2. ГОСТ 23616-79 (СТ СЭВ 4243-83) Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности (с Изменением № 1). М.: ИПК Издательство стандартов, 2003 год.

3. ГОСТ 21778-81 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения. М.: Издательство стандартов, 1989 год