

Утвержден и введен в действие
[Постановлением](#) Госстроя СССР
от 27 февраля 1989 г. N 32

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

ЭЛЕМЕНТЫ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

System of ensuring geometrical parameters
accuracy in construction.
Rules of measurement. Prefabricated elements

ГОСТ 26433.1-89

Группа Ж02

ОКСТУ 0021

Дата введения
1 января 1990 года

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. Разработан Зональным научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий (ЛенЗНИИЭП) Госкомархитектуры, Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским и проектным институтом типового и экспериментального проектирования жилища (ЦНИИЭП жилища) Госкомархитектуры, Центральным научно-исследовательским институтом типового и экспериментального проектирования школ, дошкольных учреждений, средних и высших учебных заведений (ЦНИИЭП учебных зданий) Госкомархитектуры.

Внесен Зональным научно-исследовательским институтом типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий (ЛенЗНИИЭП) Госкомархитектуры.

Исполнители: Л.Н. Ковалис (руководитель темы); Г.Б. Шойхет, канд. техн. наук; А.В. Цареградский; Л.А. Вассердам; Д.М. Лаковский; Г.С. Митник, канд. техн. наук; В.В. Тищенко.

2 Утвержден и введен в действие [Постановлением](#) Государственного строительного комитета СССР от 27.02.1989 N 32.

3. Взамен ГОСТ 13015-75 в части методов измерений железобетонных и бетонных изделий.

4. В стандарте учтены все положения международных стандартов ИСО 7976/1 и ИСО 7976/2 в части измерений элементов заводского изготовления.

5. Ссылочные нормативно-технические документы

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, приложения
ГОСТ 10-75	2
КонсультантПлюс: примечание. Взамен ГОСТ 162-80 Постановлением Госстандарта СССР от 25.01.1990 N 86 с 1 января 1991 года введен в действие ГОСТ 162-90 .	
ГОСТ 162-80	2
КонсультантПлюс: примечание. Взамен ГОСТ 164-80 Постановлением Госстандарта СССР от 23.02.1990 N 266 с 1 января 1991 года введен в действие ГОСТ 164-90 .	
ГОСТ 164-80	2
КонсультантПлюс: примечание. Взамен ГОСТ 166-80 Постановлением Госстандарта СССР от 30.01.1989 N 3253 с 1 января 1991 года введен в действие ГОСТ 166-89 .	
ГОСТ 166-80	2
ГОСТ 427-75	2
ГОСТ 577-68	2
КонсультантПлюс: примечание. С 1 июля 2000 года Постановлением Госстандарта РФ от 27.07.1999 N 220-ст введен в действие ГОСТ 7502-98 .	
ГОСТ 7502-80	2
КонсультантПлюс: примечание. Взамен ГОСТ 8026-75 Постановлением Госстандарта РФ от 23.03.1992 N 233 с 1 января 1993 года введен в действие ГОСТ 8026-92 .	
ГОСТ 8026-75	3
КонсультантПлюс: примечание. Взамен ГОСТ 10528-76 Постановлением Госстандарта СССР от 22.06.1990 N 1756 с 1 июля 1991 года введен в действие ГОСТ 10528-90 .	
ГОСТ 10528-76	3
КонсультантПлюс: примечание. Взамен ГОСТ 10529-86 Постановлением Госстандарта РФ от 26.06.1997 N 232 с 1 июля 1998 года введен в действие ГОСТ 10529-96 .	
ГОСТ 10529-86	3
ГОСТ 11098-75	2
ГОСТ 13837-79	2
ГОСТ 17435-72	2
ГОСТ 21779-82	2
ГОСТ 26433.0-85	1; 5, Приложение 3
ТУ 3.824-78	1
ТУ 2-034-225-87	2

Настоящий стандарт устанавливает правила выполнения измерений линейных и угловых размеров, отклонений формы и взаимного положения поверхностей деталей, изделий, конструкций и технологической оснастки, изготавливаемых на заводах, строительных площадках и полигонах.

1. Общие требования к выбору методов и средств измерения, выполнению измерений и обработке их результатов следует принимать по [ГОСТ 26433.0](#).

КонсультантПлюс: примечание.

Взамен ГОСТ 164-80 Постановлением Госстандарта СССР от 23.02.1990 N 266 с 1 января 1991 года введен в действие [ГОСТ 164-90](#).

КонсультантПлюс: примечание.

С 1 июля 2000 года Постановлением Госстандарта РФ от 27.07.1999 N 220-ст введен в действие [ГОСТ 7502-98](#).

КонсультантПлюс: примечание.

Взамен ГОСТ 166-80 Постановлением Госстандарта СССР от 30.10.1989 N 3253 с 1 января 1991 года введен в действие [ГОСТ 166-89](#).

2. Для измерения линейных размеров и их отклонений применяют линейки по [ГОСТ 427](#) и [ГОСТ 17435](#), рулетки по ГОСТ 7502, нутромеры по ГОСТ 10, скобы по ГОСТ 11098, штангенциркули по ГОСТ 166, штангенглубиномеры по ГОСТ 164, индикаторы часового типа по [ГОСТ 577](#), щупы по ТУ 2-034-225 и микроскопы типа МПБ-2 по ТУ 3.824.

В необходимых случаях следует применять средства специального изготовления с отсчетными устройствами в виде индикаторов часового типа, микрометрических головок и линейных шкал: рулетки со встроенным динамометром, длиномеры, нутромеры, скобы и клиновые щупы.

КонсультантПлюс: примечание.

Взамен ГОСТ 10528-76 Постановлением Госстандарта СССР от 22.06.1990 N 1756 с 1 июля 1991 года введен в действие [ГОСТ 10528-90](#).

КонсультантПлюс: примечание.

Взамен ГОСТ 10529-86 Постановлением Госстандарта РФ от 26.06.1997 N 232 с 1 июля 1998 года введен в действие [ГОСТ 10529-96](#).

КонсультантПлюс: примечание.

Взамен ГОСТ 8026-75 Постановлением Госстандарта РФ от 23.03.1992 N 233 с 1 января 1993 года введен в действие [ГОСТ 8026-92](#).

3. Для измерения отклонений форм профиля поверхности применяют нивелиры по ГОСТ 10528, теодолиты по ГОСТ 10529 или поверочные линейки по ГОСТ 8026 совместно со средствами линейных измерений (линейками, индикаторами, штангенинструментом и т.д.), а также оптические струны, визирные трубы, оптические плоскомеры и гидростатические высотомеры по действующим техническим условиям. Могут применяться также средства специального изготовления: контрольные рейки, отвес-рейки, струны из стальной проволоки диаметром 0,2 - 0,5 мм или синтетической лески диаметром 0,8 - 1,0 мм.

4. Угловые размеры проверяют угломерами, а их отклонения, выраженные линейными единицами, - линейками и щупами с применением угольников, калибров, шаблонов.

5. В зависимости от материала, размеров и особенностей формы элементов могут применяться также не предусмотренные настоящим стандартом средства, обеспечивающие требуемую по [ГОСТ 26433.0](#) точность измерений.

6. Схемы измерений размеров и их отклонений, а также отклонений форм приведены в [Приложении 1](#).

При этом соответствие реального взаимного положения поверхностей элемента (линий, осей) установленным требованиям определяют измерением соответствующих линейных и угловых

размеров и их отклонений. Положение проемов, выступов, вкладышей, закладных деталей и других характерных деталей элемента проверяют измерением указанных в рабочих чертежах размеров между этими деталями или между деталями и гранями (линиями, точками) элемента, принятыми за начало отсчета.

7. Если в стандартах, технических условиях или рабочих чертежах не установлены места измерений размеров элемента, то эти места определяют в соответствии с настоящим стандартом. Длину, ширину, толщину, диаметр, а также угловые размеры или их отклонения измеряют в двух крайних сечениях элемента на расстоянии 50 - 100 мм от краев, а при длине или ширине элемента более 2,5 м - и в соответствующем среднем его сечении.

Отклонения от прямолинейности на лицевой поверхности плоских элементов измеряют не менее чем в двух любых сечениях элемента, как правило, в направлении светового потока, падающего на эту поверхность в условиях эксплуатации.

Отклонения от прямолинейности боковых граней плоских элементов измеряют в одном из сечений вдоль каждой из граней, а для элементов цилиндрической формы - вдоль не менее двух образующих, расположенных во взаимно перпендикулярных сечениях.

Отклонения от прямолинейности ребра элемента измеряют в сечениях по обоим поверхностям, образующим это ребро, на расстоянии не более 50 мм от него или непосредственно в месте пересечения этих поверхностей.

8. Значения предельных погрешностей измерений, которые могут быть использованы при выборе методов и средств измерений, приведены в [Приложении 2](#).

9. Примеры определения отклонений от плоскостности приведены в [Приложении 3](#).

Приложение 1
Рекомендуемое

СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1

Наименование измеряемого параметра, метода и средства измерения	Схема	Формулы для вычисления измеряемого параметра
1. Линейные размеры и их отклонения 1.1. Длина, ширина, толщина элементов и их частей измеряются: а) между двумя фиксированными точками б) между точкой и прямой или плоскостью (между двумя прямыми или плоскостями) методом покачивания в) между точкой и прямой или плоскостью методом построения перпендикуляра при помощи угольника 1.1.1. Прямое измерение размера:	Схема Схема а - минимальный 2 отсчет Схема	$x_i = a_{2i} - a_{1i}; \quad (1)$

<p>а) линейкой</p> <p>б) рулеткой с натяжением вручную (при расстоянии не более 10 м) или динамометром. При наличии в местах измерений дефектов, мешающих снятию отсчетов, применяют выравнивающие приспособления</p>	<p>Схема</p> <p>Схема</p>	$\Delta x_i = x_i - x_{ном} \quad (2)$ <p>где x_i - значение искомого размера, определяемого в результате измерения (действительный размер); $x_{ном}$ - номинальный размер; Δx_i - действительное отклонение; a_{1i}, a_{2i} - начальный и конечный отсчеты по шкале средства измерения</p>
<p>в) штангенциркулем</p> <p>г) длиномером с устройством для установки и закрепления на изделии конца рулетки с начальным отсчетом.</p> <p>Примечание. Разнотолщинность определяют как разность между наибольшим и наименьшим из измеренных значений толщины одного изделия.</p>	<p>Схема</p>	$x_i = a_{2i} - a_{1i} \quad (a_{1i} = 0)$ <p>То же</p>
<p>1.1.2. Прямое измерение отклонения средствами измерения, настроенными на номинальный размер:</p> <p>а) нутромером</p>	<p>Схема</p>	$\Delta x_i = a_{2i} - a_{1i}$ <p>при $a_{1i} = 0$, $\Delta x_i = a_{2i}$</p> $x_i = x_{ном} \pm \Delta x_i \quad (3)$ <p>где a_{1i} - начальный отсчет, соответствующий номинальному размеру; устанавливается равным нулю или другому значению при настройке прибора на измерение</p>
<p>б) скобой</p> <p>в) длиномером с определением отклонения по шкале с нониусом</p> <p>г) индикатором часового типа, установленным на стенде</p>	<p>Схема</p> <p>Схема</p> <p>Схема</p>	
<p>1.2. Диаметр</p> <p>1.2.1. Прямое измерение диаметра методом покачивания рулеткой, линейкой, штангенциркулем</p>	<p>Схема</p>	$x_i = a_{2i} - a_{1i}$ $\Delta x_i = x_i - x_{ном}$ <p>где a_{2i} - максимальный отсчет из возможных отсчетов (a_{2i}, a_{3i}, a_{4i})</p>
<p>1.2.2. Прямое измерение отклонения методом покачивания скобой, нутромером, настроенными на номинальный размер</p> <p>1.2.3. Косвенное измерение диаметра:</p> <p>а) методом опоясывания рулеткой</p>	<p>Схема</p> <p>Схема</p>	$\Delta x_i = a_{2i} - a_{1i}$ $x_i = x_{ном} \pm \Delta x_i$ $d = \frac{a_{2i} - a_{1i}}{\pi} \quad (4)$
<p>б) методом измерения хорды и высоты сегмента штангенциркулем с пределами измерения 320 - 1000 мм.</p> <p>Примечание. Овальность определяют как разность между наибольшим и наименьшим из измеренных значений диаметра в одном поперечном</p>	<p>Схема</p>	$\pi = 3,1416$ $d = \frac{L^2}{4h} + h \quad (5)$ <p>где L - длина хорды, $L = a_{2i}$; h - высота сегмента (известна или измеряют при известном L)</p>

сечении.			
1.3. Расстояния между точками (осями), расположенными на различных гранях элемента			
1.3.1. Прямое измерение размера рулетками, линейками:			
а) методом проектирования одной из точек (осей) на линию измерения при помощи разметки	Схема	$x_i = a_{2i} - a_{1i}$	
б) методом проектирования двух точек на линию измерения при помощи угольников, отвесов или оптических центриров	Схема		
1.3.2. Косвенное измерение отклонения точки от оси линейкой методом проектирования точки на линию измерения при помощи угольника или разметки	Схема	$\Delta x_{1,2} = l_{1,2} - \frac{L}{2}$	(6)
		$\Delta x_i = \sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta x_2^2}$	(7)
		где l_1 и l_2 - размеры, полученные прямым измерением	
1.4. Межосевое расстояние	а) Схема	$x_i = L - \frac{d_1 + d_2}{2}$	(8)
	б) Схема	$x_i = \frac{L + L}{2}$	(9)
1.4.1. Косвенное измерение при помощи линейки, штангенциркуля, рулетки		где L_1, L_2, L и d_1, d_2 - размеры, полученные прямым измерением	
1.5. Длина, ширина и глубина (высота) трещин, зазоров, раковин, околлов, наплывов			
1.5.1. Прямое измерение длины, ширины:			
а) линейкой	Схема	$x_{1i} = a_{2i} - a_{1i}$	
б) микроскопом	Схема	$x_{2i} = a_{4i} - a_{3i}$	
в) палеткой (прозрачная пластина размером 200 x 200 мм с сеткой квадратов 5 x 5 мм)	Схема	$x_i = a_{2i} - a_{1i}$	K - число раковин в квадрате $K = 3, x_i = 7,5 \text{ мм}$
г) щупом	Схема	$x_i = a_i - a_i$	
1.5.2. Прямое измерение глубины, высоты штангенциркулем ШЦ-1	Схема	$x_i = a_i - a_i$	
1.5.3. Косвенное измерение линейкой	Схема	$x_i = a_{1i} - a_{2i}$	
2. Угловые размеры и их отклонения			
2.1. Прямое измерение углового размера угломерами	Схема	$\alpha_i = a_i - a_i$	
2.2. Прямое измерение отклонения углового размера в линейной мере на длине L угольником с линейкой или щупом (отклонения от перпендикулярности, косины реза и т.п.)	Схема	$\Delta x_i = a_{2i} - a_{1i}$	
3. Отклонения формы профиля или поверхности <*> (прямолинейности	1 - проверяемое изделие; 2 - угольник; 3 - щуп, концевая мера, линейка		

и плоскостности, в т.ч. волнистость, прогиб, выпуклость, вогнутость и т.п.)

<*> Полученные измерениями по настоящему стандарту значения отклонений от прямолинейности и плоскостности сравнивают с соответствующим допуском.

3.1. Отклонения от прямолинейности

3.1.1. Определение отклонения от прямолинейности на всей длине элемента при помощи струны на опорах равной высоты, задающей линию отсчета, и линейки.

Масса подвешиваемого груза для металлической струны диаметром 0,2 - 0,5 мм на длине до 20 м - не менее 10 кг; для капроновой струны диаметром 0,8 - 1,0 мм на длине до 20 м - не менее 2 кг

Измерения проводят в размеченных на поверхности элемента точках в количестве, определяемом в зависимости от длины изделия

Схема
1 - проверяемая поверхность; 2 - струна; 3 - опоры для натяжения струны; 4 - условная прямая; 5 - линейка для снятия отсчета

Отклонение от прямолинейности δx_i принимают равным: сумме абсолютных значений наибольшего из всех положительных и наибольшего из всех отрицательных измеренных в различных точках отклонений δh_i ,

если они имеют разные знаки; наибольшему по абсолютной величине из всех измеренных отклонений δh_i , если они имеют одинаковые знаки

$$\delta h_i = h_{i1} - h_i \quad (10)$$

где h_{i1} = h_{in} - расстояние от линии

отсчета до проверяемой поверхности в точках опоры;

h_i - то же, в промежуточных точках разметки

i

То же
При установке контрольной рейки непосредственно на поверхность изделия

$$\delta h_i = h_i$$

3.1.2. Определение отклонения от прямолинейности на участке элемента при помощи поверочной линейки или контрольной рейки на опорах равной высоты, задающих линию отсчета, и линейки, индикатора или щупа

Схема
1 - проверяемая поверхность; 2 - поверочная линейка, рейка; 3 - опорная призма; 4 - условная прямая; 5 - линия отсчета; 6 - индикатор

$$\delta h_i = h_{in} - h_i + \frac{h_n - h_1}{n} l_i \quad (11)$$

$$(h_i \neq h_n)$$

где l_n , l_i - расстояния между начальной и конечной и начальной и промежуточной точками разметки, соответственно; при равном шаге разметки l_n и l_i равны соответствующему числу шагов

3.1.3. Определение отклонения от прямолинейности на всей длине элемента при помощи нивелира или теодолита, задающего линию отсчета, и линейки. Точность положения проверяемой поверхности относительно линии отсчета не регламентируется

Схема
1 - проверяемая поверхность; 2 - нивелир; 3 - линия отсчета; 4 - условная прямая; 5 - линейка

3.2. Отклонения от плоскостности

3.2.1. Определение отклонения в угловой точке прямоугольного элемента относительно условной плоскости, проведенной через три другие угловые точки (пропеллерность или скручивание):

а) методом прямого измерения линейкой или клиновым щупом отклонения в угловой точке элемента, установленного на четыре опоры, расположенные в одной плоскости

Схема

$$\delta x_{III} = a_{2i} - a_{1i}$$

<p>(условной)</p> <p>б) методом измерений линейкой расстояний от каждой из четырех угловых точек элемента до плоскости отсчета с последующим вычислением отклонения от условной плоскости.</p> <p>В зависимости от положения элемента плоскость отсчета задается горизонтально нивелиром или вертикально теодолитом или двумя отвесами (отвес-рейками). Точность положения элемента относительно плоскости отсчета не регламентируется и определяется длиной измерительной линейки</p>	<p>Схема</p> <p>1 - отвес; 2 - шкала для отсчета</p>	$\Delta x_i = (h_1 - h_4) - (h_2 - h_3) \quad (12)$ <p>При $h_3 = h_4 = h_0$</p> $\Delta x_i = h_2 - h_1 \quad (13)$
<p>3.2.2. Определение отклонения от условной плоскости по всей поверхности элемента:</p> <p>а) методом прямого измерения индикатором часового типа или щупом отклонения поверхности от условной плоскости, проведенной через три точки</p>	<p>Схема</p> <p>1 - объект измерения; 2 - поверочная плита; 3 - щуп, индикатор</p>	<p>Отклонение от плоскостности принимают равным наибольшему результату из измерений в четвертой угловой точке и в точке пересечения диагоналей.</p> <p>Индикаторы настраивают на нулевой отсчет по поверочной плите</p>
<p>б) методом измерения линейкой расстояния от размеченных на поверхности элемента точек до линии отсчета, заданной струной, поверочной линейкой или контрольной рейкой на опорах равной высоты, устанавливаемых в размеченных точках по краям элемента. Точки, в которых производят измерения, располагают на контролируемой поверхности в местах пересечения продольных и поперечных сечений элемента из расчета 4 - 10 сечений на каждой его стороне в зависимости от размеров элемента, а также в местах пересечения проекций диагоналей на поверхности элемента</p>	<p>Схема</p> <p>1 - проверяемая поверхность; 2 - струна; 3 - линейка; 4 - опоры для натяжения струны</p>	<p>Отклонение от плоскостности Δx_i принимают равным:</p> <p>сумме абсолютных значений наибольшего из всех положительных и наибольшего из всех отрицательных отклонений Δh_i в размеченных точках, если они имеют разные знаки;</p> <p>наибольшему по абсолютной величине из всех отклонений Δh_i, если они имеют одинаковые знаки.</p> <p>Формулы и пример вычисления отклонений Δh_i в каждой из размеченных точек от условной плоскости, проведенной через одну из диагоналей параллельно другой диагонали, приведены в Приложении 3</p>
<p>в) методом измерения линейкой расстояний от размеченных на поверхности элемента точек до плоскости отсчета, заданной горизонтально нивелиром или вертикально теодолитом. Точки, в которых производят измерения, располагают на контролируемой поверхности в местах пересечения продольных и поперечных сечений элемента из расчета 4 - 10 сечений на каждой его стороне в зависимости от размеров элемента. Точность положения элемента относительно плоскости отсчета не регламентируется и определяется длиной</p>	<p>Схема</p> <p>1 - проверяемая поверхность; 2 - линейка; 3 - нивелир</p>	<p>Отклонение от плоскостности Δx_i принимают равным:</p> <p>сумме абсолютных значений наибольшего из всех положительных и наибольшего из всех отрицательных отклонений Δh_i в размеченных точках, если они имеют разные знаки;</p> <p>наибольшему по абсолютной величине из всех отклонений Δh_i, если они имеют одинаковые знаки.</p> <p>Формулы и пример вычисления отклонений Δh_i в каждой из размеченных точек от условной плоскости, проведенной через одну из диагоналей параллельно другой диагонали, приведены в Приложении 3</p>

<p>измерительной линейки</p> <p>3.3. Отклонения от заданного профиля или поверхности сложной формы</p> <p>Измерения производят в размеченных на поверхности элемента точках и местах пересечения, характерных для контролируемой поверхности продольных и поперечных (радиальных и круговых и т.п.) сечений</p> <p>3.3.1. Прямое измерение линейкой, индикатором или щупом отклонений реального профиля от шаблона</p>	<p>Схема</p> <p>1 - проверяемая поверхность; 2 - шаблон; 3 - линия отсчета; 4 - щуп; 5 - сечения, в которых устанавливают шаблон; 6 - точки разметки на шаблоне, в которых проводят измерение зазора</p>	<p>Отклонение Δx_i реального профиля от проектного принимают равным наибольшему по величине из всех измеренных значений зазора в контролируемом сечении</p>
<p>3.3.2. Определение отклонений от проектных значений действительных координат характерных точек реальной поверхности элемента, установленного в рабочее положение. Измерения выполняют прямыми или косвенными методами с использованием нивелира и рейки или струны и линейки, гидростатического высотомера и т.д.</p>	<p>Схема</p>	<p>$\Delta x_i = h_i - h_{iном}$, (19)</p> <p>где h_i - действительное значение координаты;</p> <p>$h_{iном}$ - номинальное значение координаты;</p> <p>l_1, \dots, l_n - расстояния, соответствующие номинальным значениям координаты, размечаются от точки, принятой за начало координат по горизонтальной оси</p>

Приложение 2
Справочное

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Пределные погрешности измерений с применением рекомендуемых средств измерений приведены в табл. 2 - 4 и рассчитаны для температуры воздуха $t = (20 \pm 8)^\circ\text{C}$ и разности температур объекта и средства измерения, равной 2°C . Натяжение рулетки осуществляется вручную.

Таблица 2

Пределные погрешности измерения линейных размеров

Интервалы номинальных размеров, мм	Пределные погрешности измерения, мм					
Штанген-инструмент, величина отсчета по нулю	Нутромеры, величина отсчета по микрометру,	Линейки металлические, цена деления 1,0 мм	Штангенциркуль, метод хорды и вы-	Рулетки 3-го класса, цена деления 1,0 мм	Длиномеры, величина отсчета по	

	0,1 мм	нониусу 0,01 мм		соты сег- мента		нониусу 0,1 мм
Св. 1 до 50	0,1	-	0,4			
" 50 " 200	0,2	0,02	0,4			
" 200 " 500	0,2	0,03	0,5	0,6	0,5 <*>	
" 500 " 1000	0,3	0,05	0,5	1,0	0,5 <*>; 0,5 <***>	
" 1000 " 4000	0,5	0,2		1,4	1,5 <*>; 1,0 <***>	0,8
" 4000 " 6000		0,3		2,5	2,0 <*>; 1,5 <***>	1,0
" 6000 " 10000		0,4		4,0	2,5 <*>; 2,0 <***>	1,5
" 10000 " 16000					3,5 <*>	2,5
" 16000 " 25000					4,5 <*>	3,0

<*> Приведены погрешности измерения длин и диаметров.

<***> Погрешности измерения диаметров методом опоясывания.

Таблица 3

Предельные погрешности измерения параметров формы
и взаимного положения поверхностей

Интервалы номинальных размеров, мм	Предельные погрешности измерений, мм										
	Поверочная линейка		Рейка	Струна металлическая или капроновая		Оптическая струна, плоскомер, зрительные трубы типа ППС, гидростатический уровень, микроинвелир, уровень	Нивелир		Тео-до-лит	Средства измерения специально-го изготовления	
	с отсчетом по						Н05	Н-3, НЗК	Т-2, Т-5	НПЛ-1	НПР-1
	индикатору	линейке	линейке	микро-ско-пу	линейке						
	с ценой деления, мм					Отсчет по линейке с ценой деления 1,0 мм					
	0,01	1,0	1,0	0,01	1,0						
До 100	-	-	-	-	-				0,02	0,02	
Св. 100 до 200	-	-	-	-	-						
" 200 " 1000	0,08	0,4	0,4	-	-	0,01					
" 1000 " 2000	0,08	0,4	0,4	0,05	0,3	0,02					
" 2000 " 3000	0,15	0,4		0,1	0,4	0,03		0,5	1,0		
" 3000 " 5000				0,1	0,4	0,05		0,5	1,0		
" 5000 " 8000				0,2	0,4	0,06	0,2	0,8	1,0		
" 8000 " 10000				0,2	0,5	0,1	0,2	0,8	1,0		
" 10000 " 20000				0,3	0,5	0,2	0,4	1,0	2,0		
" 20000 " 30000				0,3	1,0	0,2	0,4	1,0	2,0		

Таблица 4

Предельные погрешности измерения угловых размеров

Средство измерения	Погрешность измерения
1. Угломер механический	+/- (2 - 10)
2. Угломер оптический	+/- 20'
3. Квадрант оптический	+/- 10''
4. Угольник	+/- 30''
5. Уровни брусковые, уровни рамные	Равна цене деления уровня
6. Уровни микрометрические	То же

Приложение 3
Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ ПЛОСКОСТНОСТИ ПО ВСЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕМЕНТА

1. Линию отсчета задают струной, линейкой или рейкой на опорах равной высоты, устанавливаемых в размеченных точках по краям элемента.

1.1. Отклонения от условной плоскости δh_i в каждой из размеченных точек по продольным или поперечным сечениям элемента вычисляют по формуле

$$\delta h_i = h_1 - h_i + \frac{l_i}{l_n} (\delta h_n - \delta h_1), (1)$$

где $h_1 = h_n$ - расстояния от поверхности элемента до линии отсчета в первой и последней точках рассматриваемого сечения, равные высоте опор;

h_i - измеренное расстояние от поверхности элемента до линии отсчета в i -й точке рассматриваемого сечения;

l_i - расстояние от первой точки рассматриваемого сечения до i -й точки;

l_n - расстояние от первой точки рассматриваемого сечения до последней (n -й);

δh_1 и δh_n - отклонения от условной поверхности в первой и последней точках рассматриваемого сечения.

1.2. За отклонения δh_1 и δh_n для сечений, расположенных по периметру разметки, по формуле (1) принимают соответствующие отклонения $\delta h_I, \delta h_{II}, \delta h_{III}, \delta h_{IV}$ в угловых точках разметки I, II, III, IV.

При проведении условной плоскости через диагональ I - III параллельно диагонали II - IV принимают

$$\delta h_I = \delta h_{III} = 0 \quad (2)$$

и δh_{II} , δh_{IV} вычисляются по формуле

$$\delta h_{II} = \delta h_{IV} = h_{0(I-III)} - h_{0(II-IV)}, \quad (3)$$

где $h_{0(I-III)}$, $h_{0(II-IV)}$ - измеренные расстояния от точки пересечения проекций диагоналей на поверхность элемента до линий отсчета в диагональных сечениях I - III, II - IV.

1.3. За отклонения δh_1 и δh_n для всех промежуточных (поперечных и продольных) сечений разметки в формуле (1) принимают соответствующие значения δh_i , вычисленные по формуле (1) для сечений, расположенных по периметру разметки.

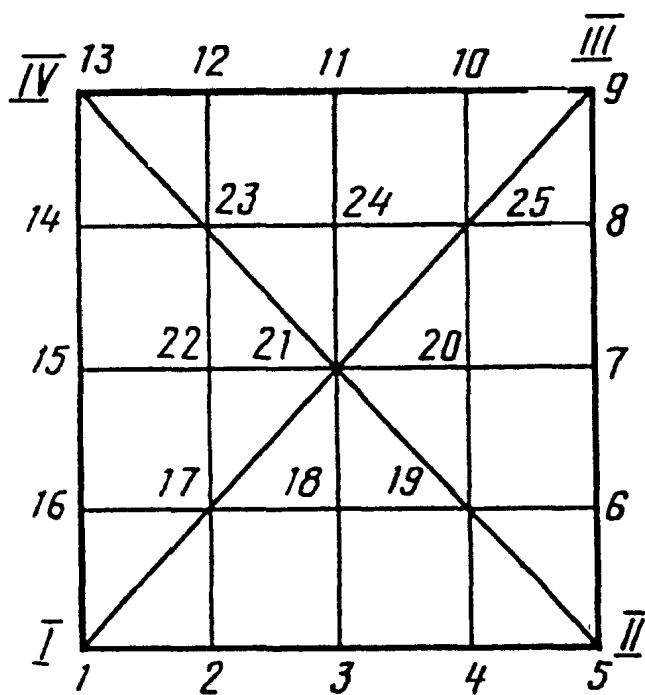
Пример. Стандартом установлено, что для панели перекрытия отклонение от плоскостности лицевой поверхности не должно превышать 10 мм, т.е. $\Delta x = 10$ мм.

Решение. Для выполнения измерений определяем (по ГОСТ 26433.0) предельную погрешность измерений

$$\delta x_{мет} = 0,2\Delta x = 0,2 \cdot 10 = 2,0 \text{ мм.}$$

В соответствии с Приложением 2 принимаем метод измерения струной со снятием отсчетов по линейке с миллиметровыми делениями.

Размечаем проверяемую поверхность, приняв шаг между точками равным 1000 мм. Натягивая ручную рулетку, наносим на поверхности мелом риски через 1000 мм по периметру, в центре пересечения диагоналей, в продольных и поперечных сечениях; нумеруем в соответствии с разметкой точки поверхности на схеме (черт. 1).



Черт. 1

Устанавливаем струну по поперечным и продольным сечениям и снимаем отсчеты в каждой точке в прямом и обратном направлениях.

Результаты наблюдений записываем в протокол (табл. 5) и вычисляем в каждой точке средние значения из отсчетов, снятых в прямом и обратном направлениях.

Таблица 5

Обозначение сечения	Номер точки i	Расстояние от линии отсчета до поверхности, мм			Отклонения от условной плоскости, мм, дельта h_i
		прямо h'_i	обратно h''_i	среднее значение $h = \frac{h'_i + h''_i}{2}$	
I - III	1	50	50	50	0
	0 (21)	56	56	56	-
	III	50	50	50	0
II - IV	II	50	50	50	3,0
	0 (21)	52	54	53	-
I - II	IV	50	50	50	3,0
	1	50	50	50	0
	2	46	46	46	4,8
	3	50	48	49	2,5
	4	50	52	51	1,2
II - III	5 (II)	50	50	50	3,0
	5	50	50	50	3,0
	6	52	52	52	0,2
	7	55	52	54	-2,5
	8	53	53	53	-2,2
III - IV	9	50	50	50	0
	9	50	50	50	0
	10	48	48	48	2,8
	11	47	45	46	5,5
	12	47	47	47	5,2
IV - I	13	50	50	50	3,0
	13	50	50	50	3,0
	14	49	49	49	3,2
	15	53	53	53	-1,5
16 - 6	16	51	50	51	-0,2
	1	50	50	50	0
	16	50	50	50	-0,2
	17	46	46	46	3,9
	18	46	48	47	3,0
7 - 15	19	49	49	49	0,9
	6	50	50	50	+0,2
	7	50	50	50	-2,5
	20	52	52	52	-4,2
	21	57	57	57	-4,0
14 - 8	22	55	55	55	-1,7
	15	50	50	50	-1,5
	14	50	50	50	3,2
	23	48	49	48	3,8
	24	48	48	48	2,5
8	25	49	49	49	0,2
	8	50	50	50	-2,2

$$\delta h_{\max} = 5,5; \delta h_{\min} = -4,2$$

$$\delta x_i = 15,51 + 1 - 4,21 = 9,7$$

$$9,7 < 10,0.$$

Вычисляем отклонения от условной плоскости по формулам (1), (2), (3).

По результатам наблюдений в диагональных сечениях определяем отклонения в угловых точках II (5) и IV (13)

$$\delta h_{II} = \delta h_{IV} = h_{0(I-III)} - h_{0(II-IV)} = 56 - 53 = 3.$$

Отклонения в угловых точках I и II принимаем равными нулю

$$\delta h_I = \delta h_{III} = 0.$$

Вычисляем отклонения от условной плоскости в сечениях, расположенных по периметру, по формуле

$$\delta h_i = h_1 - h_i + \frac{l_i}{l_n} (\delta h_n - \delta h_1) + \delta h_1.$$

Результаты вычислений записываем в гр. 6 табл. 5.

Сечение I - II, точки 1 (I), 2, 3, 4, 5 (II).

$$\delta h_1 = \delta h_I = 0; \delta h_n = 3; h_1 = 50; h_2 = 46; h_3 = 49; h_4 = 51; h_5 = 50;$$

$$\delta h_2 = 50 - 46 + 3 \cdot \frac{1}{4} + 0 = 4,8;$$

$$\delta h_3 = 50 - 49 + 3 \cdot \frac{2}{4} = 2,5;$$

$$\delta h_4 = 50 - 51 + 3 \cdot \frac{3}{4} = 1,2;$$

$$\delta h_5 = 50 - 50 + 3 \cdot \frac{4}{4} = 3,0.$$

Аналогично выполняем вычисления в сечениях II - III, III - IV, IV - I.

Вычисляем отклонения от условной плоскости в поперечных сечениях. Например, рассмотрим сечение 16 - 6.

Сечение 16 - 6, точки 16, 17, 18, 19, 6.

$$\delta h_1 = \delta h_{16} = -0,2; \delta h_n = \delta h_6 = +0,2; h_{16} = 50; h_{17} = 46; h_{18} = 47; h_{19} = 49;$$

$$h_6 = 50;$$

$$\delta h_{17} = 50 - 46 + (0,2 + 0,2) \cdot \frac{1}{4} - 0,2 = 3,9;$$

$$\delta h_{18} = 50 - 47 + 0,4 \cdot \frac{1}{2} - 0,2 = 3,0;$$

$$\delta h_{19} = 50 - 49 + 0,4 \cdot \frac{3}{4} - 0,2 = 0,9.$$

Определяем точки, имеющие наибольшие положительное и отрицательное значения:

$$\delta h_{\max} = \delta h_{11} = 5,5 \text{ мм};$$

$$\delta h_{\min} = \delta h_{20} = -4,2 \text{ мм}.$$

Сравниваем с допуском сумму абсолютных значений наибольших положительного и отрицательного отклонений

$$\delta x_i = |5,5| + |-4,2| = 9,7;$$

$$9,7 < 10.$$

Вывод. Плоскостность контролируемой поверхности соответствует установленным требованиям.

2. Плоскость отсчета задают горизонтально нивелиром или вертикально теодолитом.

2.1. Условную плоскость проводят через одну из диагоналей параллельно другой диагонали, например, через диагональ I - III параллельно диагонали II - IV, где I, II, III, IV - угловые точки разметки.

2.2. Отклонения от условной плоскости δh_i в каждой из размеченных точек вычисляют по формуле

$$\delta h_i = h_i - k_1 l_{1i} - k_2 l_{2i}, (4)$$

где h_i - приведенный отсчет, вычисляемый по формуле

$$h_i = a_I - a_i, (5)$$

где a_I, a_i - отсчеты по рейке, установленной в угловой I и i-й точках;

l_{1i}, l_{2i} - расстояния от i-й точки до прямых, соединяющих угловые точки разметки в направлениях I - II к I - IV;

k_1, k_2 - коэффициенты, вычисляемые по формулам:

$$k_1 = \frac{h_{II} - k_3}{l_1}; \quad (6)$$

$$k_2 = \frac{h_{IV} - k_3}{l_2}; \quad (7)$$

$$k_3 = \frac{h_{II} + h_{IV} - h_{III}}{2}, \quad (8)$$

где h_{II} , h_{III} , h_{IV} - приведенные отсчеты, вычисленные по формулам (5) для угловых точек II, III, IV;

l_1 , l_2 - расстояния между угловыми точками разметки I и II к I и IV.

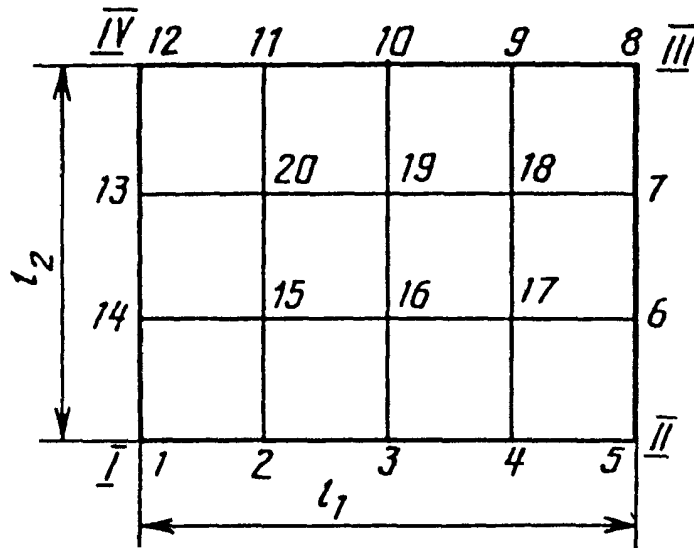
Пример. Определить отклонение от плоскостности поддона металлической формы. Допуск плоскостности установлен в нормативно-технической документации (НТД) и составляет $\Delta x = 6$ мм.

Решение. Определяем предельную погрешность измерения по [ГОСТ 26433.0](#)

$$\delta x_{met} = 0,2\Delta x = 0,2 \cdot 6 = 1,2 \text{ мм.}$$

В соответствии с Приложением 2 принимаем метод измерения геометрическим нивелированием с использованием нивелира НЗ и линейки с ценой деления 1,0 мм.

Размечаем на контролируемой поверхности сетку квадратов со сторонами, равными 1 м, и нумеруем точки разметки, подлежащие нивелированию (черт. 2).



Черт. 2

Выполняем нивелировку при двух установках (горизонтах) прибора. Пример записи отсчетов по рейкам приведен в табл. 6, графы 4 и 6.

Номер точки i	Разметка		Нивелирование						Отклонения от условной плоскости, проходящей через диагональ I - III	
	1 1i	2 2i	Отсчет по рейке							
			1-я установка		2-я установка		d = h' - h''			
			a' i	h' = a' - a' i 1 i	a'' i	h'' = a'' - a'' i 1 i	i	i		i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
I (1)	0	0	348	0	373	0	0	0	0	0
II (5)	4	0	345	3	370	3	0	3	3,5	
III (8)	4	3	355	-7	379	-6	-1	-6	0	
IV (12)	0	3	349	-1	375	-2	+1	-2	3,5	
2	1	0	346	2	372	1	+1	2	2,1	
3	2	0	345	3	370	3	0	3	3,2	
4	3	0	348	0	372	1	-1	0	0,4	
6	4	1	345	3	371	2	1	2	4,3	
7	4	2	348	0	372	1	-1	0	4,2	
9	3	3	353	-5	378	-5	0	-5	0,9	
10	2	3	353	-5	379	-6	+1	-6	-0,2	
11	1	3	356	-8	380	-7	-1	-8	-2,4	
13	0	2	353	-5	377	-4	-1	-4	-0,3	
14	0	1	352	-4	378	-5	+1	-4	-2,2	
15	1	1	351	-3	376	-3	0	-3	-1,0	
16	2	1	349	-1	374	-1	0	-1	1,1	
17	3	1	345	-3	371	-2	-1	-2	0,2	
18	3	2	352	-4	378	-5	1	-4	0	
19	2	2	349	-1	374	-1	0	-1	2,9	
20	1	2	352	-4	377	-4	0	-4	-0,3	

$$a'_1 = 348;$$

$$a''_1 = 373;$$

$$\text{Сигма } d_i = 0;$$

$$\text{дельта } h_{\min} = 2,4;$$

$$\text{дельта } h_{\max} = 4,3$$

$$\text{дельта } x_i = |\text{дельта } h_{\min}| + |\text{дельта } h_{\max}| = 6,7$$

Оцениваем точность по разностям двойных измерений в соответствии с [ГОСТ 26433.0](#).

Вычисляем приведенные отсчеты по формуле (5) настоящего Приложения.

Определяем разности d_i в каждой паре наблюдений $d_i = h'_i - h''_i$ и сумму этих разностей $\sum d_i$ (графы 8 и 9 табл. 6).

Оцениваем среднюю квадратическую погрешность среднего из двух отсчетов по рейке (гр. 9 табл. 6).

$$S_{x,met} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M d_i^2}{4M'}} = \sqrt{\frac{1,2}{4,2}} = 0,39$$

Остаточную систематическую погрешность не учитываем, так как $\sum d_i = 0$.

Вычисляем действительную предельную погрешность измерения

$$\delta x_{s,met} = t \cdot S_{x,met} = 2,5 \cdot 0,39 = 0,98 \text{ мм.}$$

Сравниваем действительную предельную погрешность измерения $\delta x_{s,met}$ с δx_{met}

$$0,98 < 1,2.$$

Действительная предельная погрешность измерения не превышает допустимого значения.

Вычисляем отклонения δh_i от условной плоскости по формулам (4), (6), (7), (8).

Например, отклонение от условной плоскости для точки 6 (см. табл. 6)

$$\delta h_i = h_i - k_1 l_{1i} - k_2 l_{2i};$$

$$h_6 = 2;$$

$$l_{1,6} = 4;$$

$$l_{2,6} = 1;$$

$$k_1 = \frac{h_{II} - k_3}{l_1};$$

$$k_2 = \frac{h_{IV} - k_3}{l_2};$$

$$k_3 = \frac{h_{II} + h_{IV} - h_{III}}{2};$$

$$k_3 = \frac{3 + (-2) - (-6)}{2} = 3,5;$$

$$k_1 = \frac{3 - 3,5}{4} = -\frac{0,5}{4};$$

$$k_2 = \frac{-2 - 3,5}{3} = -\frac{5,5}{3};$$

$$\delta h_6 = -2 - \left(-\frac{0,5}{4}\right) \cdot 4 - \left(-\frac{5,5}{3}\right) \cdot 1 = 2,5 + 1,8 = 4,3.$$

Сравниваем с допуском на плоскостность сумму абсолютных значений положительного и отрицательного отклонений

$$\delta x_i = |\delta x_{\max}| + |\delta x_{\min}| = |4,3| + |-2,4| = 6,7;$$

$$6,7 > 6.$$

Вывод. Плоскостность поверхности не соответствует установленному в НТД допуску $\Delta x = 6$ мм.
