

*И. С. АЛЬТШУЛЕР,
кандидат технических наук, доцент*

К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ АКСОНОМЕТРИИ

Метод аксонометрических проекций широко применяется для построения наглядных изображений различных изделий или их составных частей.

Для того чтобы решить вопрос, какой вид аксонометрической проекции позволяет получить наибольшую наглядность при изображении данной детали, нам необходимо иметь соответствующие данные.

В приложении к ГОСТу 3453-52 [1] приводятся указания о положении осей и основные соотношения для построения двух видов аксонометрических прямоугольных и одного вида аксонометрической косоугольной проекции. Несколько шире изложены указания о построении аксонометрии в соответствующих разделах курсов начертательной геометрии [2, 3]. Однако и здесь рассмотренных случаев недостаточно для практики, так как они не позволяют получить требуемую наглядную характеристику вопроса.

Изложенное выше приводит к тому, что в практике машиностроительного черчения главным образом применяются лишь те виды аксонометрических изображений, которые рекомендованы ГОСТом 3453-52.

С целью восполнения известного пробела в руководствах по начертательной геометрии и машиностроительному черчению, необходимо полнее осветить все виды аксонометрии. Это позволит при построении аксонометрии сделать правильный выбор системы аксонометрии, наиболее подходящей для изображения данного предмета.

В настоящей статье мы рассматриваем вопрос о характере изменения отдельных видов прямоугольной аксонометрии и приводим таблицы¹ основных параметров и чертежи к 13 из рассмотренных видов (систем).

¹ Вычисление параметров для построения систем прямоугольной аксонометрии выполнено под руководством автора студентом Белорусского лесотехнического института им. С. М. Кирова С. Ш. Штейнбук.

В примечаниях к таблицам указано, какие из параметров приведены в литературе.

АксонOMETрические координаты в общем случае построения прямоугольных аксонOMETрических проекций не равно натуральным декартовым координатам. Отношение аксонOMETрических координат к соответствующим натуральным декартовым характеризует величину искажения размеров изображаемых аксонOMETрических координат. Эти показатели (p, q, r) связаны между собой уравнением вида:

$$p^2 + q^2 + r^2 = 2. \quad (1)$$

Поскольку показатели искажения по аксонOMETрическим осям координат пропорциональны значениям косинусов соответствующих углов между осями координат и их аксонOMETрическими проекциями, они могут иметь значения от нуля до единицы. В технике принято строить прямоугольную аксонOMETрическую проекцию при показателях искажения $p=r=q$ для данного вида диметрии.

Когда показатели p и r равны единице, показатель q равен нулю. В этом случае аксонOMETрия вырождается (то есть исчезает). Когда же $p=r=q=0,82$, мы имеем переход диметрии в изометрию (монометрическое изображение). С уменьшением показателей p и r мы вновь получаем диметрию.

Когда показатель q равен единице, показатели p и r равны 0,71. Это означает, что натуральная ось координат Y параллельна плоскости аксонOMETрических проекций, а две другие аксонOMETрические оси (X и Z) спроектируются в одну прямую. При этом изображение предмета станет не наглядным, то есть в этом случае аксонOMETрическая проекция «исчезает». Таким образом, показатели искажения по аксонOMETрическим осям X и Z изменяются в пределах от единицы до 0,71, а по оси Y — от нуля до единицы.

Следовательно, показатель n , представляющий собой отношение $\frac{q}{p} = \frac{q}{r}$, изменяется в пределах от нуля до 1,41.

На практике часто удобнее пользоваться не «точным» «приведенным» аксонOMETрическим чертежом, который получается за счет некоторого подобного увеличения размеров «точного». «Приведенные» показатели искажения выразятся тогда через «точные» следующим образом:

$$P = m \cdot p; \quad Q = m \cdot q; \quad R = m \cdot r, \quad (2)$$

где m — масштаб увеличения.

Значениям показателей искажения соответствуют определенные значения углов между аксонOMETрическими осями. Известно, для диметрии угол между осями X и Z выражается

рез величину показателя искажения по этим осям и следующим виде:

$$\sin \angle XOZ = \frac{\sqrt{2}}{p} = \frac{\sqrt{2}}{r}. \quad (3)$$

Углы же XOY и YOZ определяются тогда из выражения

$$\angle XOY = \angle YOZ = 180^\circ - \angle XOZ. \quad (4)$$

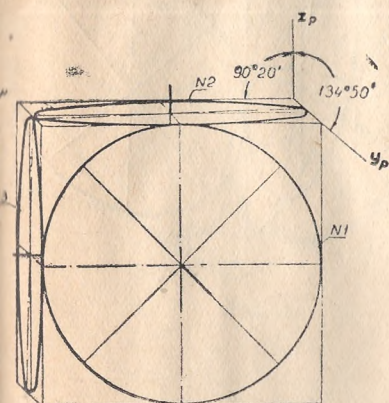


Рис. 1,

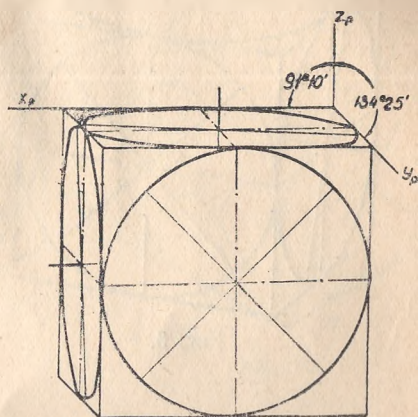


Рис. 2.

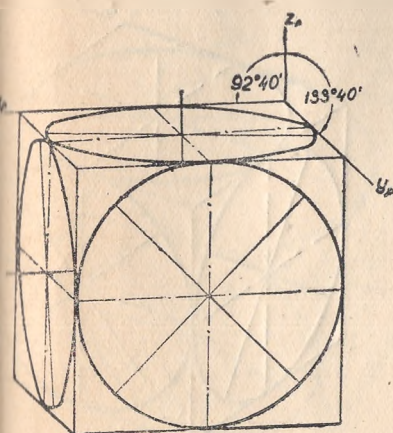


Рис. 3

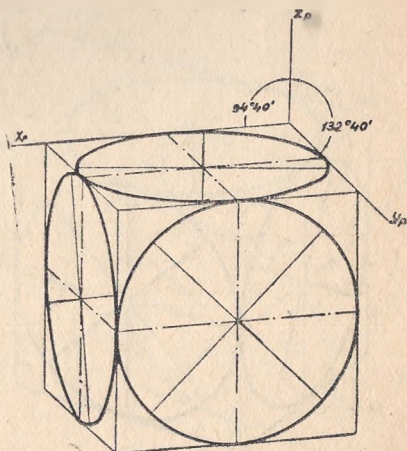


Рис. 4.

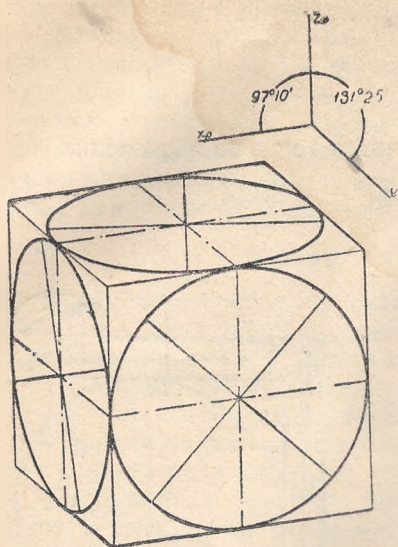


Рис. 5.

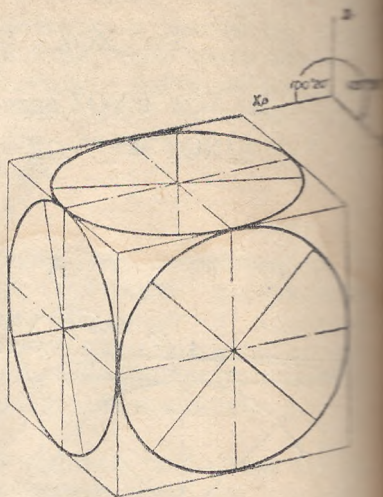


Рис. 6.

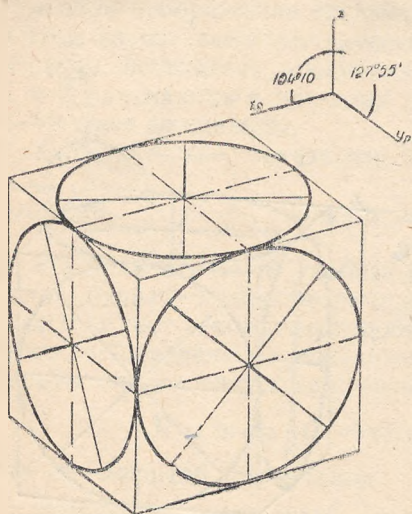


Рис. 7

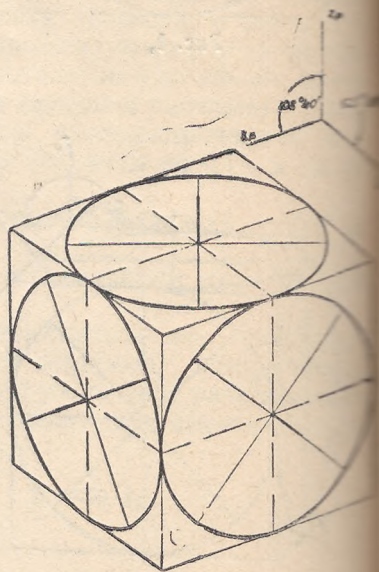


Рис. 8.

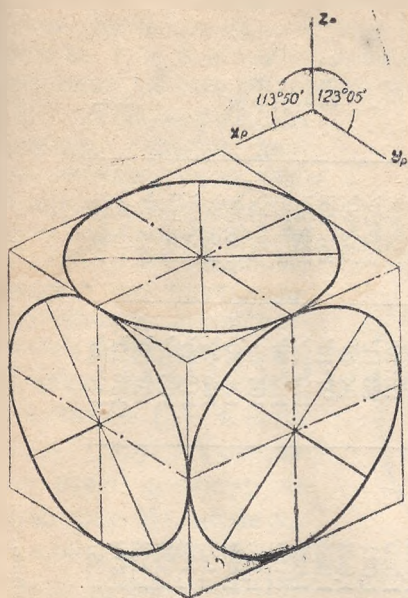


Рис. 9.

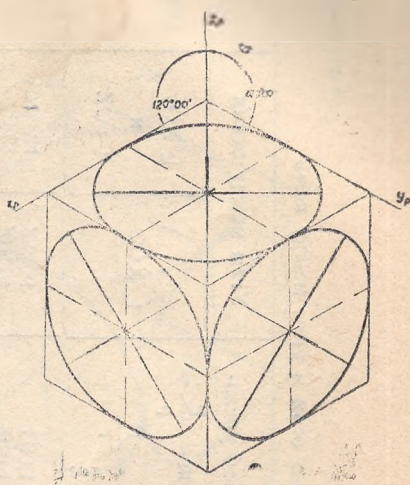


Рис. 10.

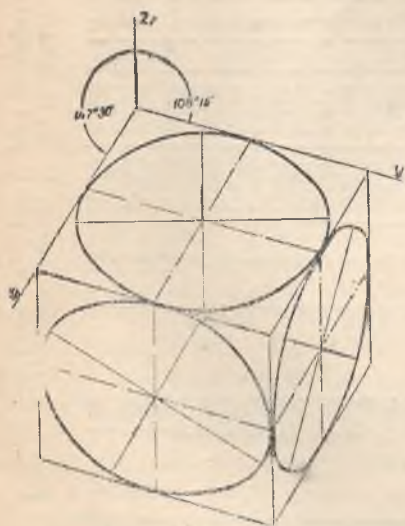


Рис. 11.

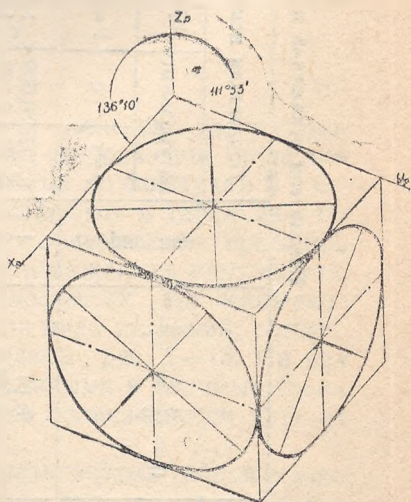


Рис. 12.

Таблица 1

Показатели искажений по аксонометрическим осям и углы между ними

№ п/п	$n = \frac{q}{p} = \frac{q}{r}$	№ рисунка	Показатели искажения			Масштаб увеличения $m = \frac{p}{q} = \frac{R}{r}$	Углы между осями		Примечание		
			натуральные	приведенные			$\angle XOZ$	$\angle XOY$ и $\angle YOZ$			
				$p=r$	q					$p=R$	Q
1	0,10	1	0,997	0,099	1,0	0,099	90°20'	131°50'	1		
2	0,20	2	0,991	0,198	1,0	0,199	91°10'	134°25'			
3	0,25	—	0,985	0,246	1,0	0,249	91°47'	134°06'			
4	0,30	3	0,979	0,294	1,0	0,299	92°40'	133°40'			
5	0,33	—	0,971	0,326	1,0	0,336	93°11'	133°24'			
6	0,40	4	0,939	0,384	1,0	0,400	94°40'	132°40'			
7	0,50	5	0,942	0,471	1,0	0,491	97°10'	131°25'	1 и 2		
8	0,60	6	0,921	0,552	1,0	0,600	100°20'	129°15'	2		
9	0,66	—	0,907	0,598	1,0	0,659	102°50'	128°35'	2		
10	0,70	7	0,896	0,627	1,0	0,699	104°10'	127°55'	1 и 2		
11	0,75	—	0,883	0,662	1,0	0,744	106°20'	126°50'	2		
12	0,80	8	0,870	0,696	1,0	0,799	108°40'	125°40'			
13	0,90	9	0,839	0,755	1,0	0,899	112°50'	123°05'			
14	1,00	10	0,816	0,816	1,0	1,000	120°00'	120°00'			
15	1,10	11	0,795	0,874	1,0	1,099	127°00'	116°30'			
16	1,20	12	0,762	0,914	1,0	1,199	136°10'	111°55'	1		
17	1,30	13	0,735	0,955	1,0	1,299	147°30'	106°15'	1		

1 Данные приведены в курсе Н. А. Попова.

2 Данные приведены в курсе Е. А. Глазунова, Н. Ф. Четверухина.

В табл. 1 приведены значения показателей искажения по аксонометрическим осям и углы между ними, вычисленные по формулам 1, 2, 3 и 4. Для практической работы величину показателя искажения достаточно принимать с точностью до 0,01.

В аксонометрических проекциях размеры диаметра окружности, перпендикулярного аксонометрическим осям координат, не изменяются по величине, поскольку они параллельны плоскости аксонометрических проекций.

Ввиду этого большие оси эллипсов (l_1), в которые проектируются окружности, равны диаметру (d) окружности. Малые же оси эллипсов (l_2) изменяются, согласно уравнениям (5) и (6), и располагаются по направлению линий наибольшего уклона плоскости (параллельно аксонометрическим осям).

Для плоскостей, параллельных XOY и YOZ :

$$l_2 = d\sqrt{1-p^2} = d\sqrt{1-r^2}. \quad (5)$$

Для плоскости, параллельной XOZ :

$$l_2 = d\sqrt{1-q^2}. \quad (6)$$

В табл. 2 приведены значения осей эллипсов для рассмотренных видов аксонометрии в случае изображения «точного» и «приведенного» чертежей, вычисленных по формулам 5 и 6.

Для наглядного сравнения рассмотренных в таблицах случаев построения прямоугольных аксонометрических проекций, выяснения вопроса о том, насколько искажаются окружности, обращаясь в эллипсы, и на каких плоскостях это искажение больше, а также для удобства выбора вида проекций, сообразуясь с ее назначением, нами приведены рис. 1—13. На них изображен куб с окружностями, вписанными в видимые грани его, для 13 из рассмотренных случаев отличающихся друг от друга изменением показателя n на 0,1.

Мы полагаем, что наличие таких развернутых таблиц основных параметров и чертежей к ним и для других аксонометрических систем будет весьма желательным пособием в практике построения аксонометрических изображений.

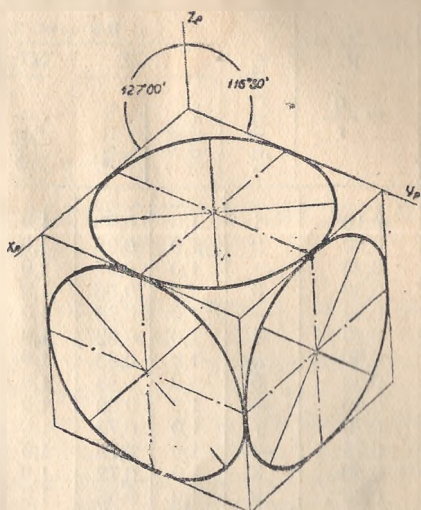


Рис. 13.

Таблица 2

Показатели искажения по осям эллипсов-проекций окружностей,
расположенных в основных плоскостях

№ п/п.	$p = \frac{q}{r} =$	№ рисунка	Натуральные				Приведенные			
			в плоскостях				в плоскостях			
			ХОZ		ХОу и уОZ		ХОZ		ХОу и ХОZ	
			большой	малый	большой	малый	большой	малый	большой	малый
1	0,10	1	1,0	0,99	1,0	0,07	1,01	1,00	1,00	0,07
2	0,20	2	1,0	0,98	1,0	0,14	1,01	0,99	1,01	0,14
3	0,25	—	1,0	0,97	1,0	0,17	1,02	0,98	1,02	0,17
4	0,30	3	1,0	0,96	1,0	0,21	1,02	0,98	1,02	0,21
5	0,33	—	1,0	0,95	1,0	0,23	1,03	0,97	1,03	0,23
6	0,40	4	1,0	0,92	1,0	0,27	1,04	0,96	1,04	0,28
7	0,50	5	1,0	0,88	1,0	0,33	1,06	0,94	1,06	0,35 ¹
8	0,60	6	1,0	0,83	1,0	0,39	1,09	0,90	1,09	0,42 ¹
9	0,66	—	1,0	0,80	1,0	0,42	1,10	0,88	1,10	0,47 ¹
10	0,70	7	1,0	0,78	1,0	0,44	1,12	0,87	1,12	0,49 ¹
11	0,75	—	1,0	0,75	1,0	0,47	1,13	0,85	1,13	0,53 ¹
12	0,80	8	1,0	0,72	1,0	0,49	1,15	0,83	1,15	0,56
13	0,90	9	1,0	0,65	1,0	0,54	1,19	0,77	1,19	0,63
14	1,00	10	1,0	0,58	1,0	0,58	1,22	0,71	1,22	0,71
15	1,10	11	1,0	0,50	1,0	0,62	1,27	0,63	1,27	0,77
16	1,20	12	1,0	0,40	1,0	0,65	1,32	0,53	1,32	0,86
17	1,30	13	1,0	0,29	1,0	0,68	1,35	0,39	1,35	0,92

¹ Данные приведены в курсе Е. А. Глазунова и Н. Ф. Четверухина.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сб. «Чертежи в машиностроении», Стандартгиз, 1953.
- 2 Попов Н. А. Курс начертательной геометрии. Гостехиздат, 1947.
- 3 Глазунов Е. А., Четверухин Н. Ф. Аксонометрия, 1953.