

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная графика машиностроительного профиля»

ГЕОМЕТРИЯ РЕЗЬБОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по специальностям
1-37 01 02 «Автомобилестроение (по направлениям)»
и 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2021

УДК 621.88+744:621(075.8)

ББК 34.630.01я7

Г36

А в т о р ы:

А. Ю. Лешкевич, С. В. Гиль, Т. В. Дорогокупец, О. Н. Кучура

Р е ц е н з е н т ы:

кафедра «Инженерная графика» УО «Белорусский государственный агротехнический университет», зав. кафедрой *П. В. Авраменко*;
канд. техн. наук, доцент кафедры «Инженерная графика»
УО «Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники» *Н. П. Амельченко*

Г36 **Геометрия** резьбовых поверхностей : учебно-методическое пособие для обучающихся по специальностям 1-37 01 02 «Автомобилестроение (по направлениям)» и 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)» / А. Ю. Лешкевич [и др.]. – Минск : БНТУ, 2021. – 42 с.
ISBN 978-985-583-246-2.

В учебно-методическом пособии изложен основной материал по знакомству и изучению темы «Резьбы», представлены этапы создания резьбовых поверхностей в виде разработанного комплекса практических индивидуальных заданий в количестве 30 вариантов. Подробно показан технологический процесс формирования винтовой резьбовой поверхности с необходимыми методическими указаниями и рекомендациями. Приведены образцы выполненного задания, позволяющие оценить уровень полученных знаний, умений и навыков при сравнении с результатом выполненного задания.

Пособие закладывает теоретическую и практическую основу, которая позволит в дальнейшем не только создавать комплексные проекционные двумерные чертежи, но и сформировать основы понимания принципов моделирования и синтеза, являющимися ключевыми в работе с системой автоматизированного проектирования AutoCAD.

Учебно-методическое пособие рекомендуется преподавателям кафедры в качестве методических рекомендаций к единому подходу в изложении темы «Резьбы».

УДК 621.88+744:621(075.8)

ББК 34.630.01я7

ISBN 978-985-583-246-2

© Белорусский национальный
технический университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ВИНТОВАЯ ЛИНИЯ.....	5
2. РЕЗЬБА.....	7
2.1. Основные параметры резьбы.....	10
2.2. Общеупотребительные технические понятия.....	27
2.3. Изображение резьбы и резьбовых соединений.....	27
2.4. Обозначение резьбы.....	28
2.4.1. Крепежные резьбы.....	28
2.4.2. Ходовые резьбы.....	31
3. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ КРЕПЕЖНЫМИ ИЗДЕЛИЯМИ.....	34
3.1. Соединение деталей болтом.....	34
3.2. Соединение деталей шпилькой.....	35
3.3. Соединение деталей винтами.....	36
3.3.1. Соединение деталей винтом с цилиндрической головкой – ГОСТ 1491-80.....	37
3.3.2. Соединения винтами с полукруглой (ГОСТ 17473-80), потайной (ГОСТ 17475-80) и полупотайной (ГОСТ 17474-80) головками.....	37
4. УПРОЩЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ КРЕПЕЖНЫМИ ИЗДЕЛИЯМИ.....	39
5. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	40
ЛИТЕРАТУРА.....	42

ВВЕДЕНИЕ

В современном машиностроении нашли широкое применение разъемные соединения деталей машин и механизмов посредством винтовой резьбы. Резьбовые соединения, осуществляемые различными типами резьб и большим разнообразием деталей специального назначения, являются весьма надежными, быстросъемными, относительно простыми и технологичными, с практически неограниченным сроком работоспособности при своевременном техническом обслуживании.

Основные параметры резьбы связаны с теоретическими понятиями цилиндрических и конических винтовых линий, которые были фрагментарно рассмотрены в курсе начертательной геометрии и нуждаются в более подробном изложении.

1. ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ВИНТОВАЯ ЛИНИЯ

Цилиндрическая винтовая линия образуется движением точки A вокруг оси по окружности диаметром D и одновременно по прямой, параллельной оси, и характеризуется следующими основными параметрами: шагом S и углом подъема φ . Шаг S – расстояние, пройденное точкой A параллельно оси за один ее оборот вокруг оси. Угол φ (угол подъема винтовой линии) – угол между касательными к окружности и винтовой линии (рис. 1.1).

Построение фронтальной и горизонтальной проекции винтовой линии представлено на рис. 1.2. Каждая точка (0, 1, 2 ... 12) с горизонтальной проекции переносится на свой уровень на фронтальную проекцию (для простоты число делений принято равным 12).

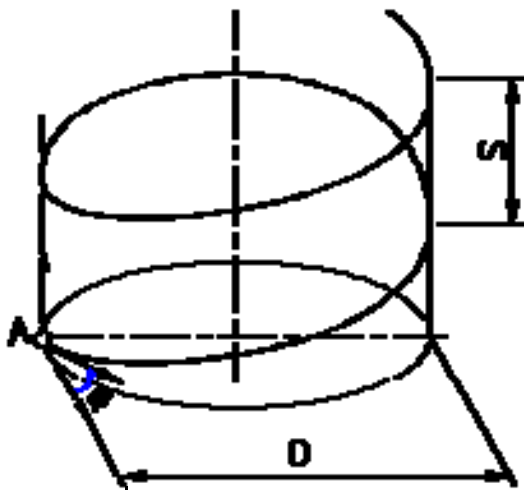


Рис. 1.1

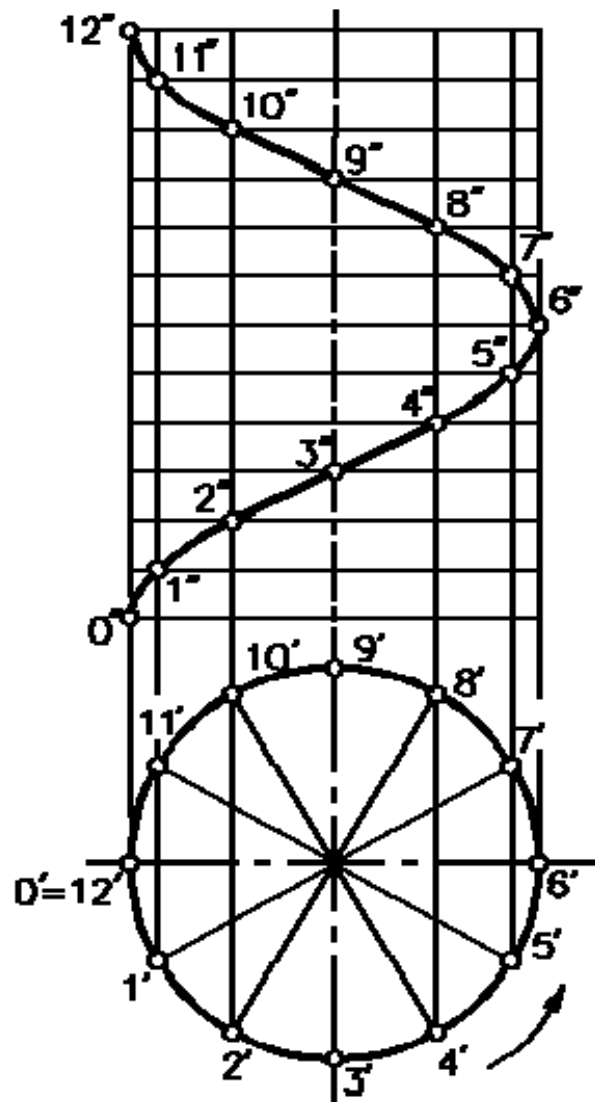


Рис. 1.2

На рис. 1.3 показана развернутая синусоида винтовой линии, представляющая собой гипотенузу прямоугольного треугольника с катетами S и πD и углом φ , причем $\operatorname{tg} \varphi = S/\pi D$.

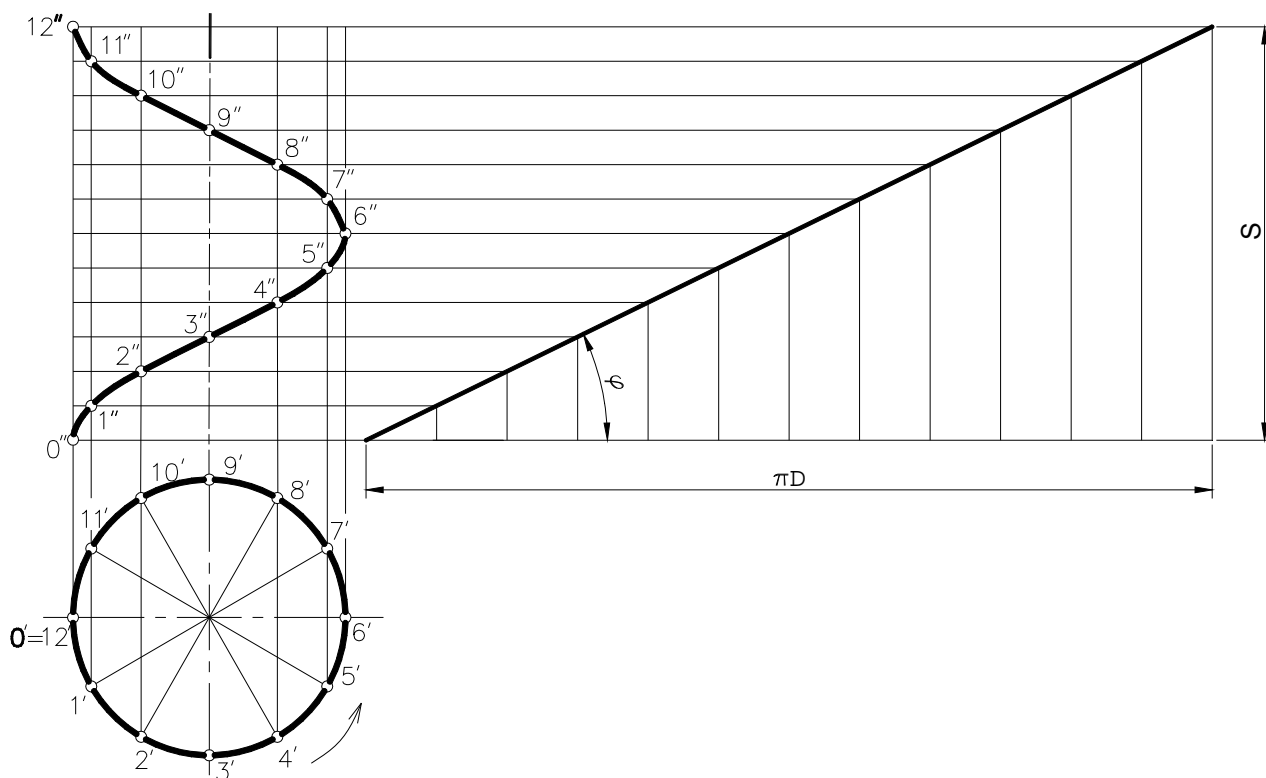


Рис. 1.3

Четвертой характеристикой является направление винтовой линии – правое или левое. Правым считается направление, при котором, глядя с торца, точка, удаляясь от наблюдателя, вращается по часовой стрелке. Левым – против часовой стрелки.

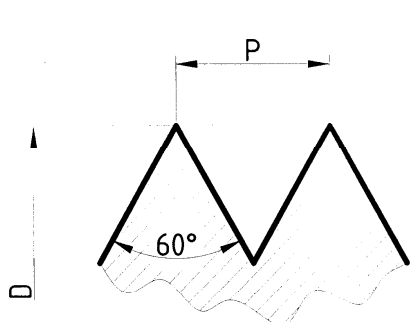
2. РЕЗЬБА

Резьба – это винтовая поверхность выступа, образованная при винтовом движении плоского контура определенного профиля, нанесенная на боковую наружную или внутреннюю поверхность прямого кругового цилиндра или конуса, т. е. детали – тела вращения. Если вместо точки взять произвольный плоский контур – треугольный, прямоугольный и т. д. – и придать ему винтовое движение, то на поверхности стержня образуется винтовая поверхность резьбы.

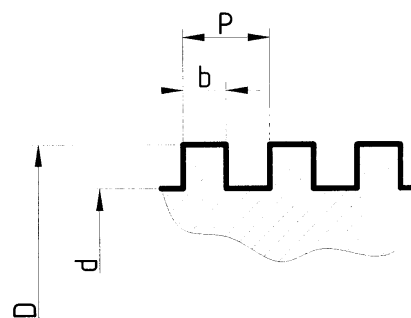
По определению резьбы делятся:

- по профилю;
- на цилиндрические и конические;
- на наружные и внутренние.

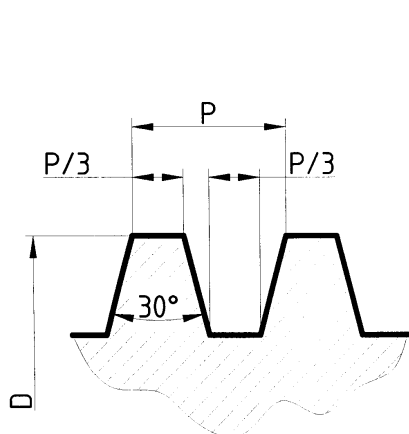
Профиль резьбы (рис. 2.1) определяет специфику области применения. В свою очередь, форма образующего плоского контура зависит от условий работы и действующих нагрузок. По профилю, следовательно и по назначению, резьбы подразделяются на крепежные и ходовые.



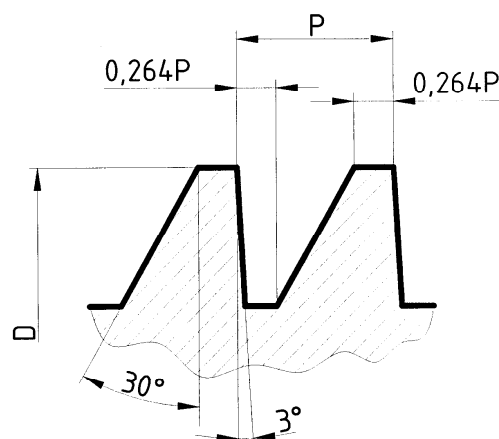
Резьба метрическая



Резьба прямоугольная



Резьба трапецеидальная



Резьба упорная

Рис. 2.1. Профили резьбы

Крепежные резьбы имеют треугольный негерметичный (метрическая резьба) и герметичный (трубная цилиндрическая или коническая резьба) профиль.

Профиль резьбы – это форма выступа и канавки резьбы в плоскости осевого сечения.

Метрическая резьба имеет профиль равнобедренного треугольника с углом при вершине 60° . ГОСТ 8724-2002 [2] устанавливает обозначение, диаметры (от 0,25 до 600 мм) и шаги (от 0,075 до 6 мм) резьбы. Применяется для негерметичного соединения деталей машин и механизмов. Острые кромки профиля разрезают уплотняющее волокно, что приводит к нарушению герметичности. На рис. 2.2 представлен пример оформления профилей резьбы.

При выборе шага метрической резьбы учитывается вид нагрузки. В статическом режиме происходит разрушение профиля в основании треугольника, т. е. шаг выбирают более крупный, пропорциональный росту разрушающих сил и моментов.

При динамической знакопеременной циклической нагрузке требуемую долговечность обеспечивает количество витков на единицу длины резьбового изделия, т. е. шаг выбирается мелкий.

Трубная резьба имеет треугольный профиль с углом при вершине 55° , ГОСТ 6357-81 [3] устанавливает все параметры и обозначение резьбы. Трубная цилиндрическая и коническая резьбы применяются для герметичного соединения, чему способствует закругленный профиль.

К ходовым относятся трапецеидальная резьба и ее разновидности – упорная, круглая и прямоугольная.

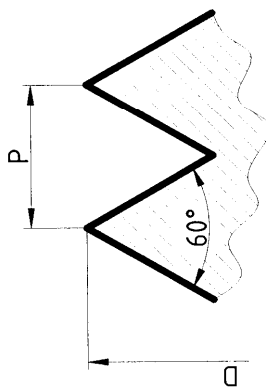
Трапецевидная, упорная, прямоугольная и другие ходовые резьбы применяют при передаче движения (хода) от винта к гайке. Ходовые резьбы являются основой домкратов, прессов, робототехнических систем и механизмов и других механических устройств. К примеру, передача «винт – гайка» является основой некоторых типов рулевого управления транспортных средств.

Трапецевидная резьба имеет профиль равнобокой трапеции с углом при вершине 30° . ГОСТ 24738-81 [4] устанавливает параметры и обозначение однозаходной, а ГОСТ 24739-81 [5] – многозаходной резьбы.

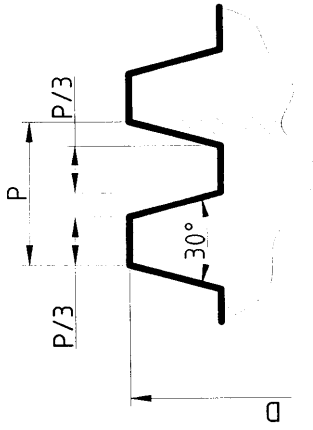
Резьба имеет симметричный профиль и одинаковые углы трения при движении в обоих направлениях. В домкратах большой грузоподъемности резьба не обеспечивает требуемой безопасности, т. к. способствует самопроизвольному опусканию груза. Для предотвращения подобных ситуаций была разработана упорная резьба.

Упорная резьба имеет профиль неравнобокой трапеции с углами 3° и 30° . ГОСТ 10177-82 [6] устанавливает параметры и обозначение резьбы. Несимметричность профиля, а следовательно, и перераспределение углов трения, обеспечивают применение этой резьбы в подъемно-транспортном оборудовании с повышенным уровнем надежности.

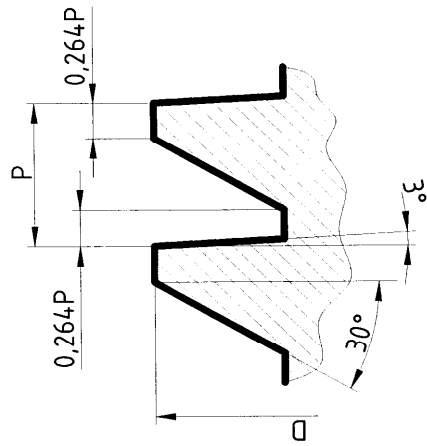
Прямоугольная резьба имеет прямоугольный нестандартный и весьма технологичный профиль с параметрами, гарантирующими прочность и долговечность изделия. Вместо стандартных обозначений указываются реальные размеры (наружный D и внутренний d диаметры, шаг P и ширину b выступа профиля) на выносном элементе.



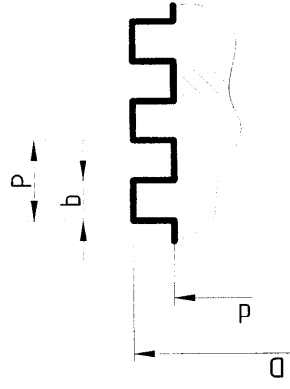
Резьба метрическая



Резьба трапецеидальная



Резьба упорная



Резьба прямоугольная

БНТУ.ИГ0000.001				Лист	Масса	Исполн
Резьба метрическая				Испол		
Испол	Норматив	Изд.	Цикл	Листов	Листов	Листов
Разработ	Кукура	Лещкевич				
Провер						
Инж-пр						
УТВ.						Гр.

Рис. 2.2. Пример оформления профилей резьбы

2.1. Основные параметры резьбы

Резьба, как и винтовая линия, характеризуется шагом P , ходом S , направлением винтового выступа, числом заходов n и формой профиля. Если нанесено несколько винтовых линий, то шаг – расстояние между соседними витками, а ход – между витками одноименными (рис. 2.3.).

На рис. 2.3. изображен стержень с двумя винтовыми линиями, образованными точками А и В, которые совершают равномерное осевое и угловое перемещение по боковой поверхности кругового цилиндра.

Шаг P – это расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между ближайшими точками одноименных боковых сторон профиля резьбы, взятыми на среднем диаметре резьбы.

Ход S – это расстояние по линии, параллельной оси резьбы, между любой исходной точкой на боковой стороне профиля резьбы, взятой на среднем диаметре резьбы, и точкой, полученной при перемещении той же исходной точки по винтовой линии за один оборот (360°). Из определения шага и хода вытекает формула для подсчета величины хода: $S = n \times P$, где n – число заходов [1].

Направление винтового выступа определяет правую и левую резьбу:

– *правая резьба* – винтовой выступ, удаляясь от наблюдателя, вращается по часовой стрелке;

– *левая резьба* – винтовой выступ, удаляясь от наблюдателя, вращается против часовой стрелки.

Число заходов (заход – это начало выступа резьбы; количество заходов можно определить, если смотреть в торец стержня, на котором нарезана резьба) определяет:

– однозаходную резьбу ($n = 1$), образованную одним выступом резьбы;

– многозаходную резьбу ($n = 2$ и более), образованную двумя и более выступами резьбы с равномерно расположенными заходами.

Резьбовые изделия и резьбовые соединения занимают весьма значительный объем и трудоемкость при изготовлении сборочных чертежей и чертежей общих видов и, естественно, их изображение нуждается в переходе к условному графическому построению, упрощающему не только процесс вычерчивания, но и процесс конструирования в целом.

Условности и упрощения должны быть лаконичны, логичны, понятны при изготовлении и чтении чертежей и, естественно, стандартизованы во всем диапазоне применения.

Существующий стандарт на графические условности и упрощения – ГОСТ 2.311-68 [7] – устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах. Однако применять этот стандарт можно только тогда, когда имеется четкое представление о сути пространственной винтовой поверхности не только в 3- D образе, но и на проекционном чертеже.

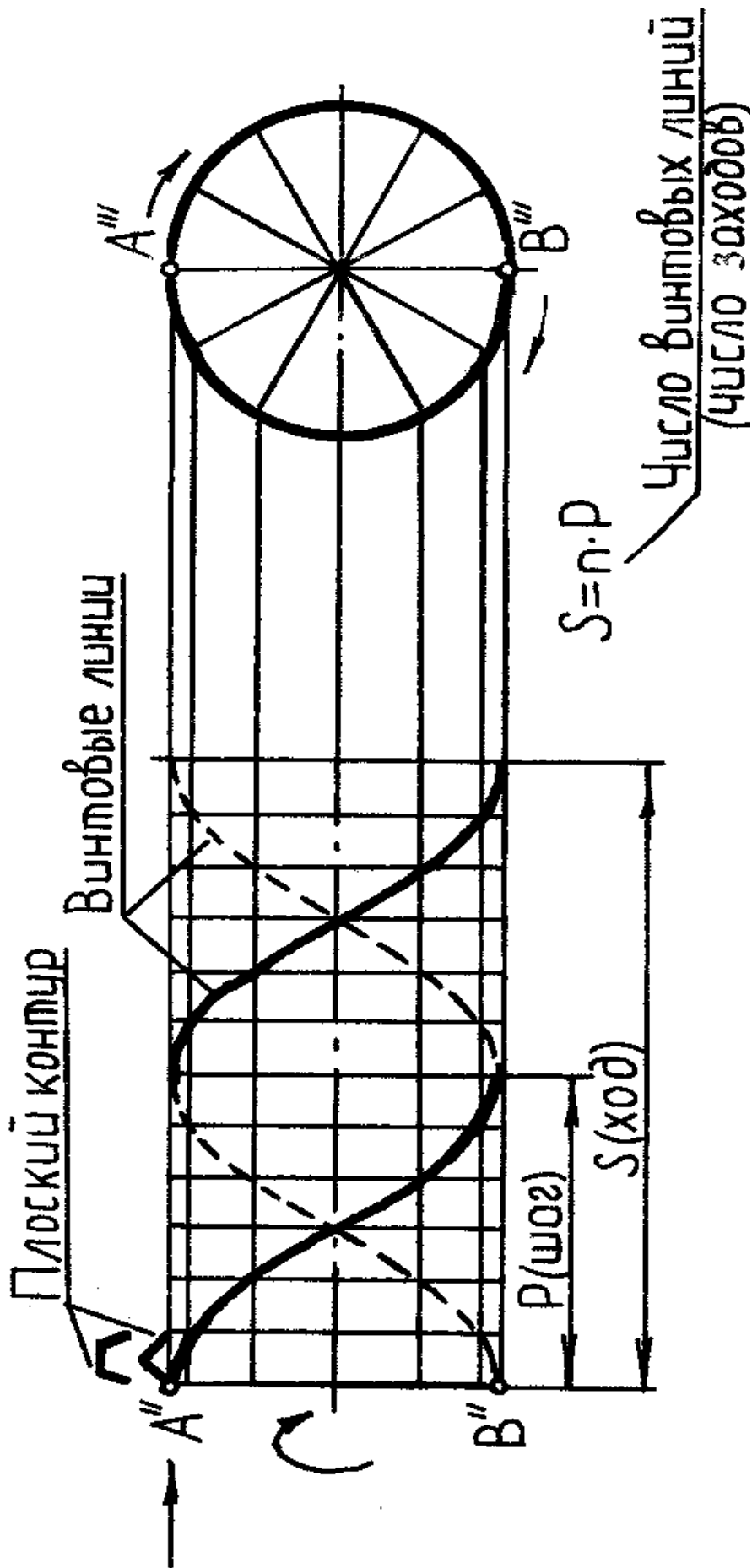


Рис. 2.3.

Наша задача дать примеры построения резьбовых поверхностей указанных основных профилей. Это позволит студенту не только наглядно представлять процесс формирования резьбы в технологических операциях изготовления детали различными способами, но и применять условные изображения осознанно, особенно при вычерчивании резьбовых соединений, где важно соблюдать переход с наружной резьбы на внутреннюю резьбу и наоборот.

Построенная реальная винтовая поверхность обоснует необходимость выполнения проточек под нарезание резьбы, обеспечивающих выход стружки и надежность соединения при сборочных операциях.

Рассмотрим процесс построения реальной винтовой поверхности заданного профиля. Теоретически резьба образуется перемещением плоского контура (треугольник, прямоугольник, трапеция симметричного или несимметричного профиля и др.) по цилиндрической или конической поверхности таким образом, чтобы вершины контура скользили по винтовым линиям, а его плоскость проходила через ось вращения.

На фронтальной проекции строим профиль метрической резьбы с искусственно увеличенным шагом и делим этот шаг (основание профиля) на 12 частей (рис. 2.4 и 2.5).

На профильной проекции окружность резьбовой поверхности по наружному диаметру делим также на 12 частей и с учетом направления вращения нумеруем. На рис. 2.6 и 2.7 показано перемещение точек профиля видимой (точки 1 ... 6) и невидимой (точки 7 ... 12) частей резьбовой поверхности при повороте профиля на отмеченные деления.

Рис. 2.8 и 2.9 иллюстрируют часть построенной резьбовой поверхности (наружной и внутренней).

При сечении плоскостями, перпендикулярными оси вращения, получаются плоскости, ограниченные спиралью Архимеда (рис. 2.10 и 2.11). На этих рисунках видны точки профиля, отмеченные на соответствующих образующих в сечении А-А.

Образцы изображений трапецеидальной, упорной и прямоугольной резьбы представлены на рис. 2.12–2.17.

Чтобы унифицировать чертежи и обеспечить взаимозаменяемость резьбовых деталей в настоящее время стандартизованы:

- изображения на чертежах резьб и резьбовых соединений;
- параметры и обозначение на чертежах десяти типов резьбы: метрических, дюймовых, ходовых и т. д.;
- размеры крепежных изделий: болтов, винтов, гаек, шпилек и т. д.;
- размеры других специальных изделий: пробок, муфт, штуцеров и т. д.

Следовательно, для выполнения изображения резьбы и обозначения различных видов резьб на эскизах и рабочих чертежах деталей, а также изображения резьбовых соединений на сборочных чертежах и чертежах общих видов, нужно изучить соответствующие государственные стандарты, основное содержание которых изложено ниже.

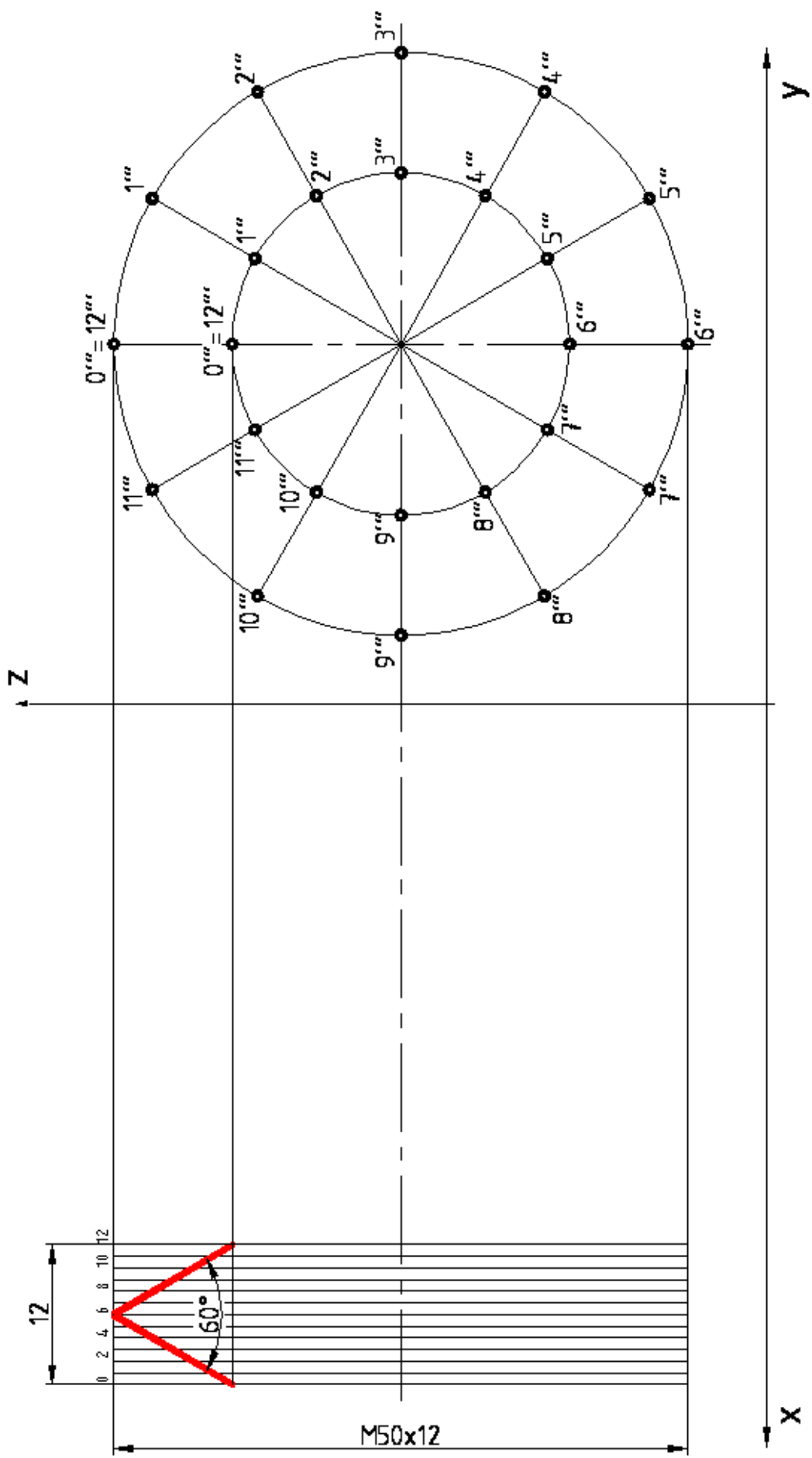


Рис. 2.4. Построение сетки и профиля резьбы

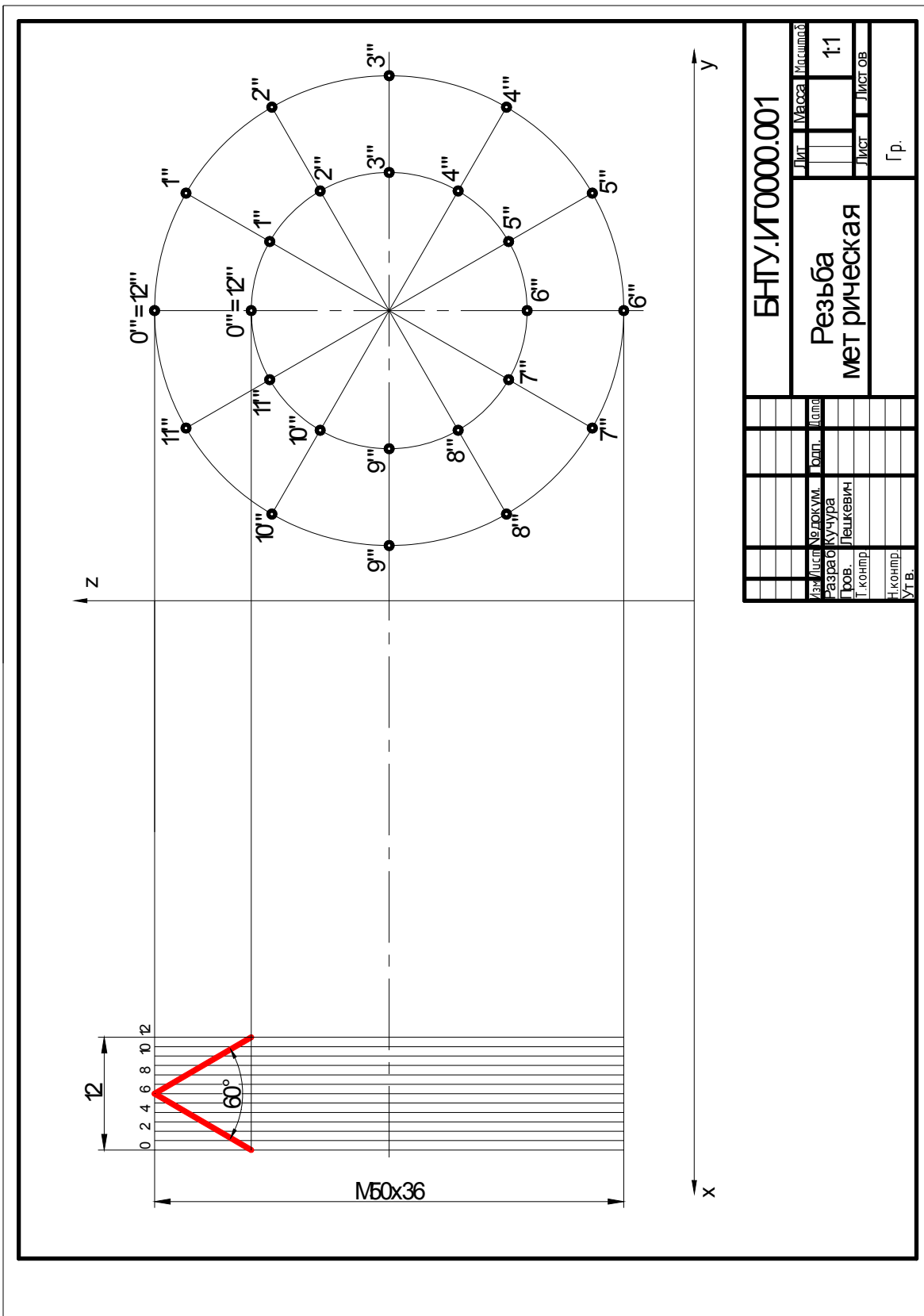


Рис. 2.5. Пример оформления построения сетки профиля резьбы

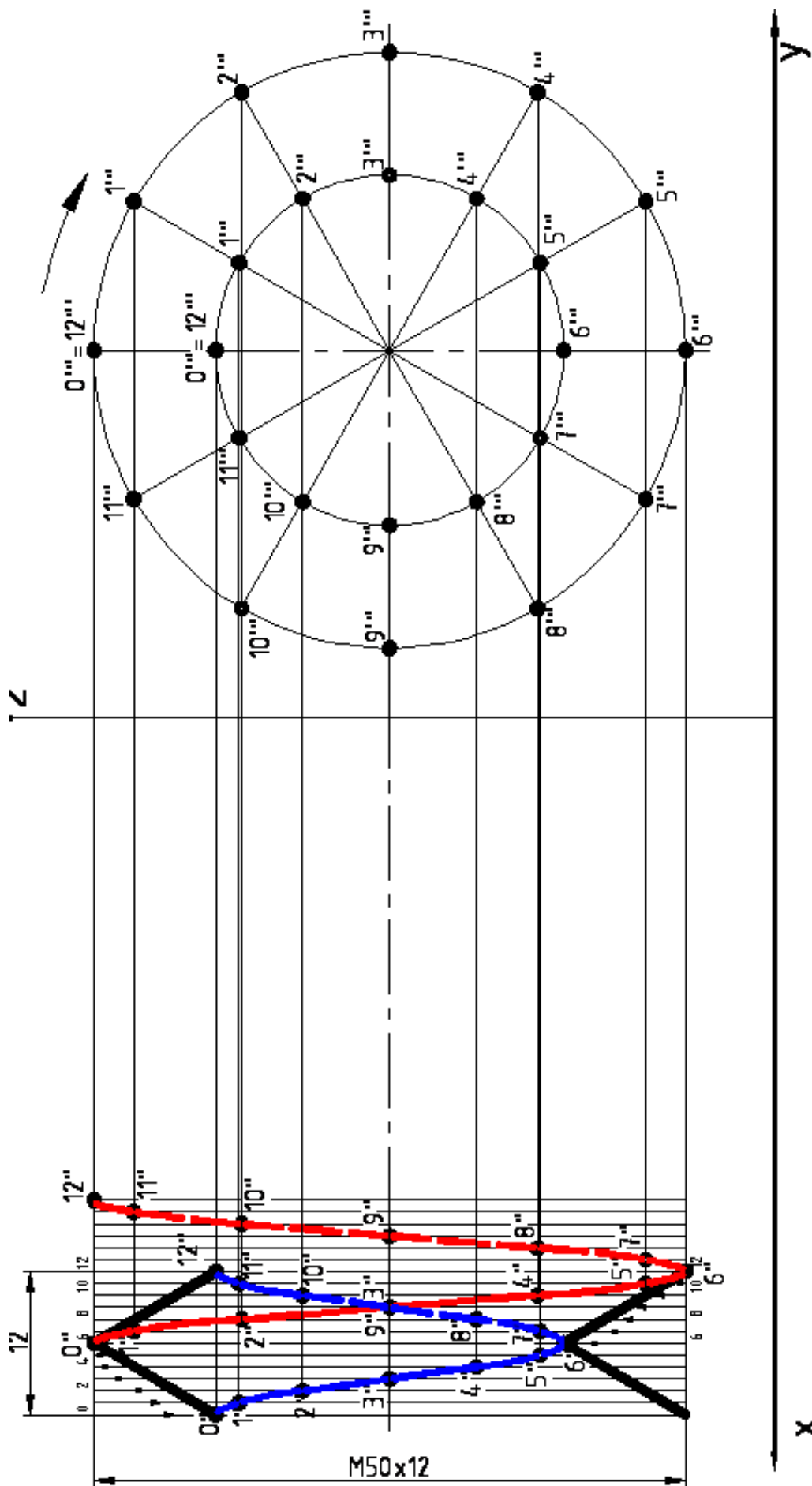


Рис. 2.6. Построение винтовых линий

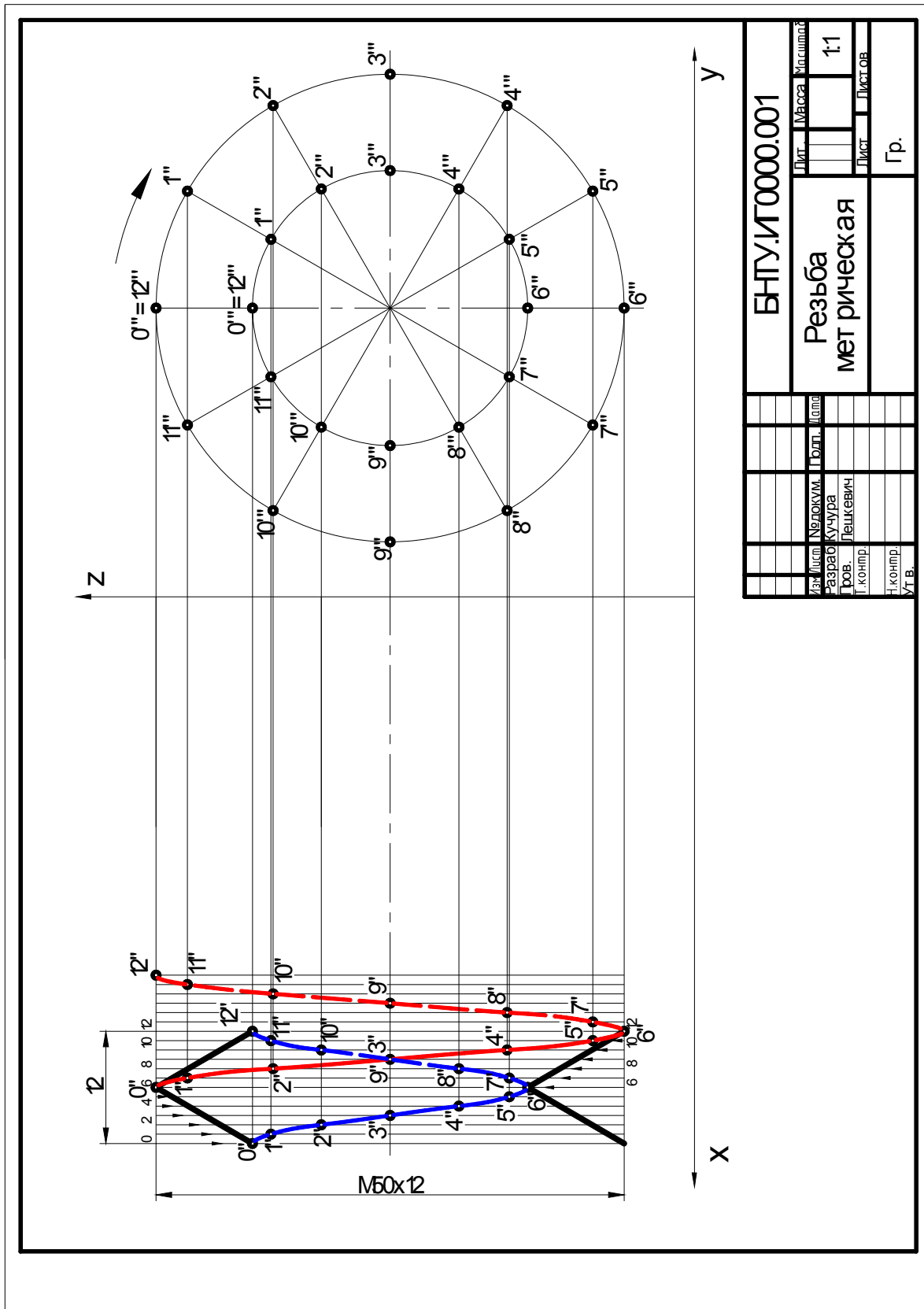


Рис. 2.7. Пример оформления построения винтовых линий

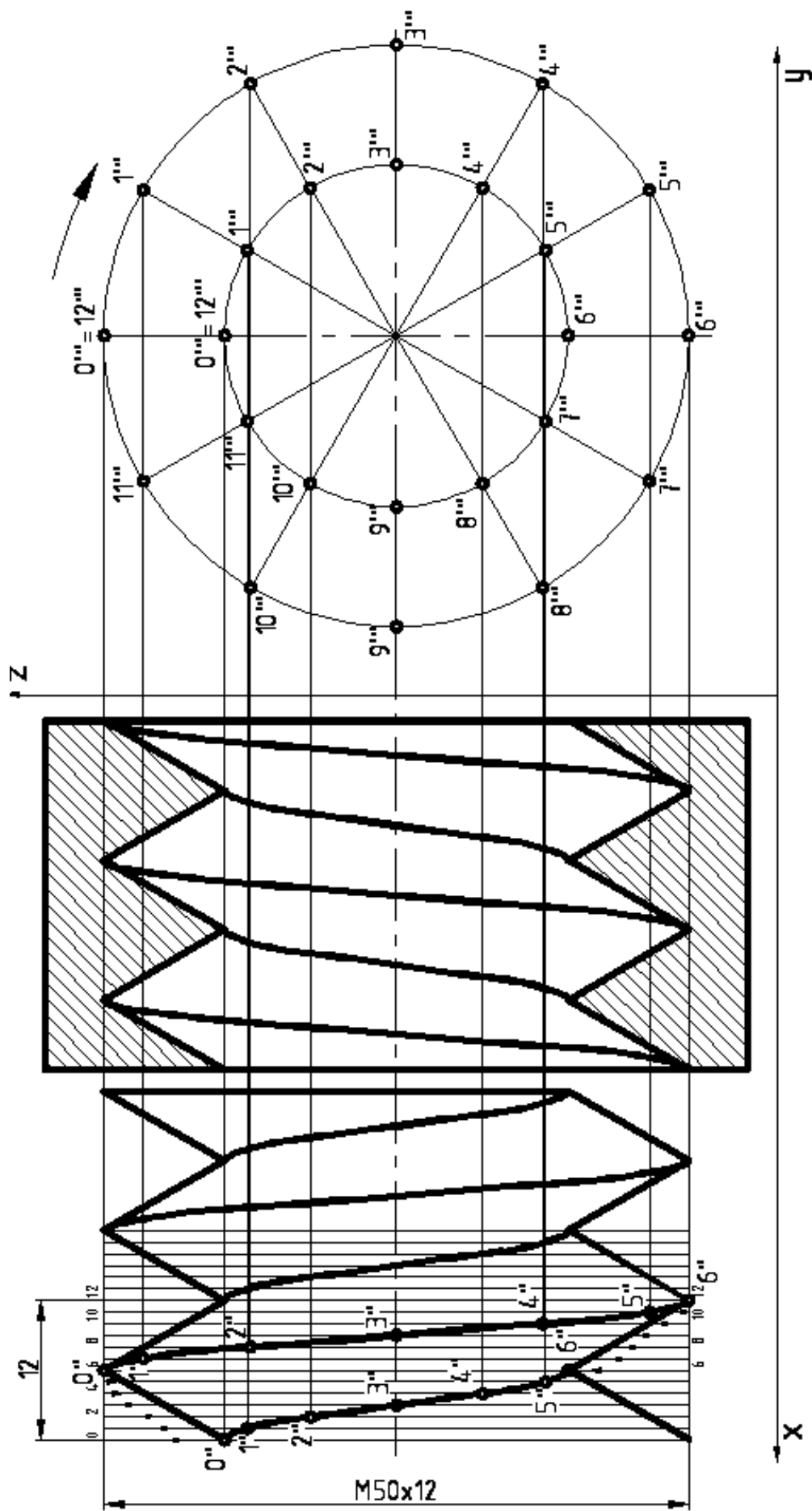
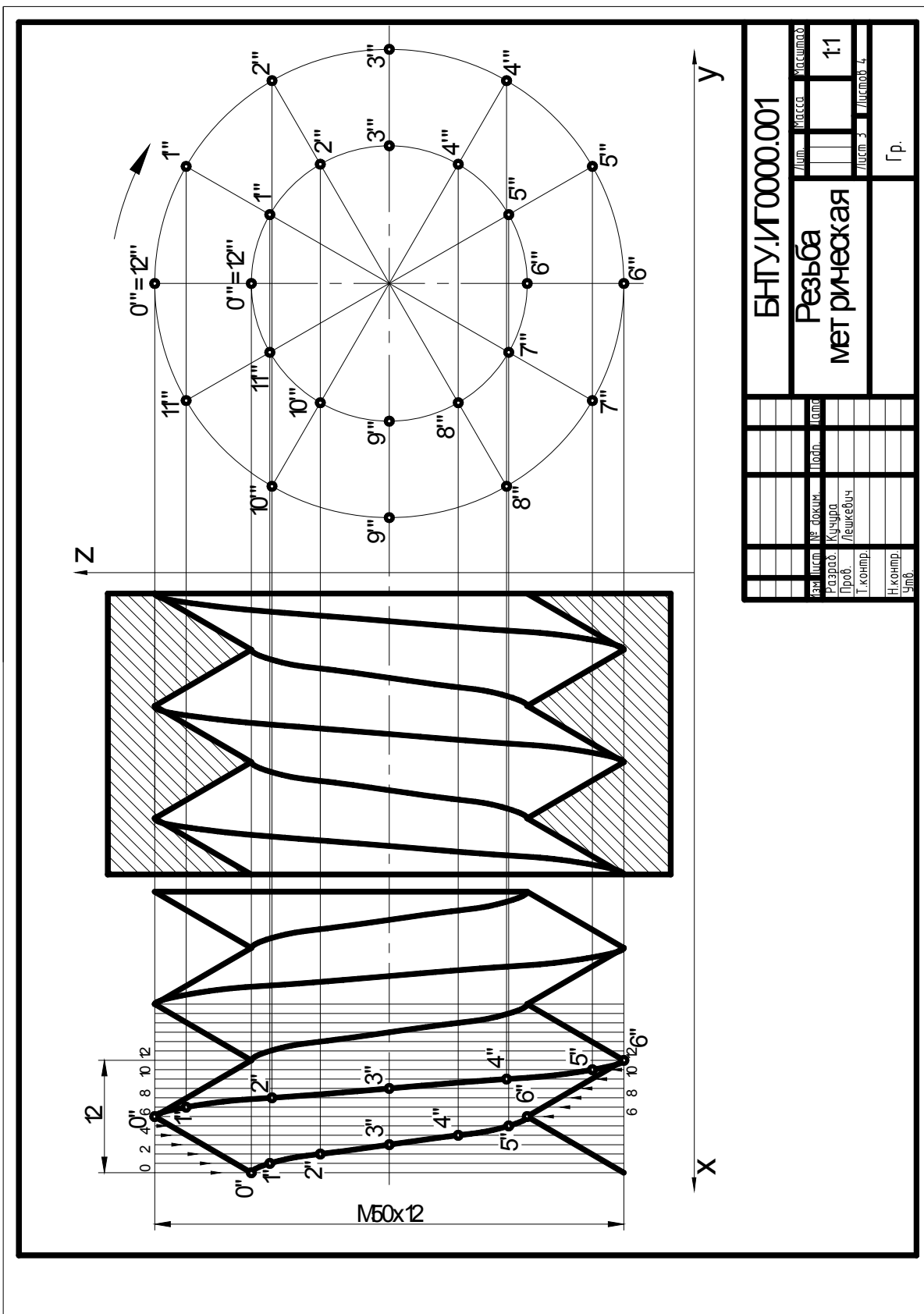


Рис. 2.8. Построение резьбовой поверхности



БНТУ.ИГ0000.001		Лист	Масса	Удельная
Резьба		Лист	Лист	1:1
мет ринеская		Резерв.	Кучера	Лист 3
		Проб.	Лешкевич	Лист 4
		Т.контр.		Гр.
		Н.контр.		
		Упр.		

Рис. 2.9. Пример оформления построения резьбовой поверхности

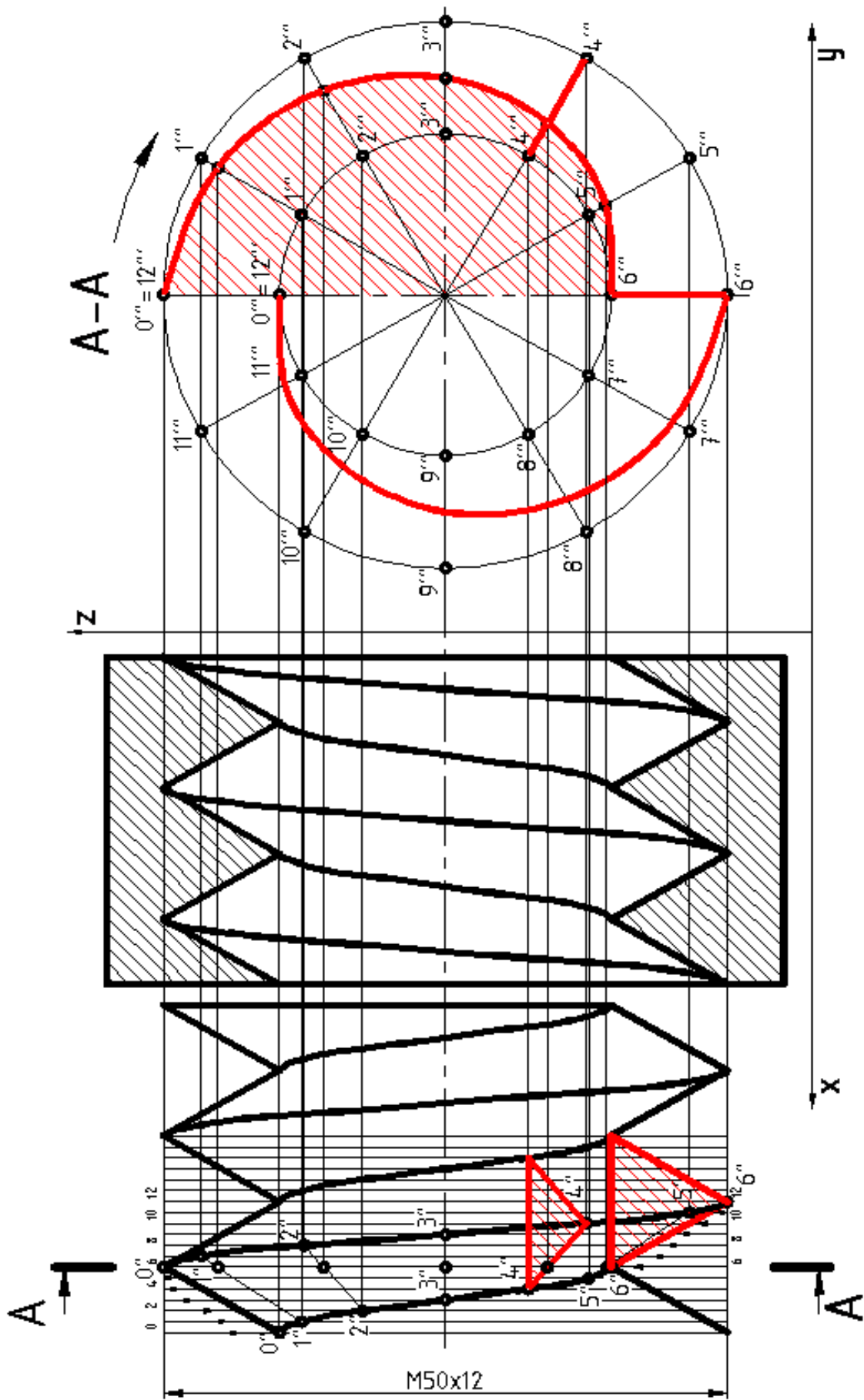


Рис. 2.10. Построение линии пересечения резьбовой поверхности плоскостью

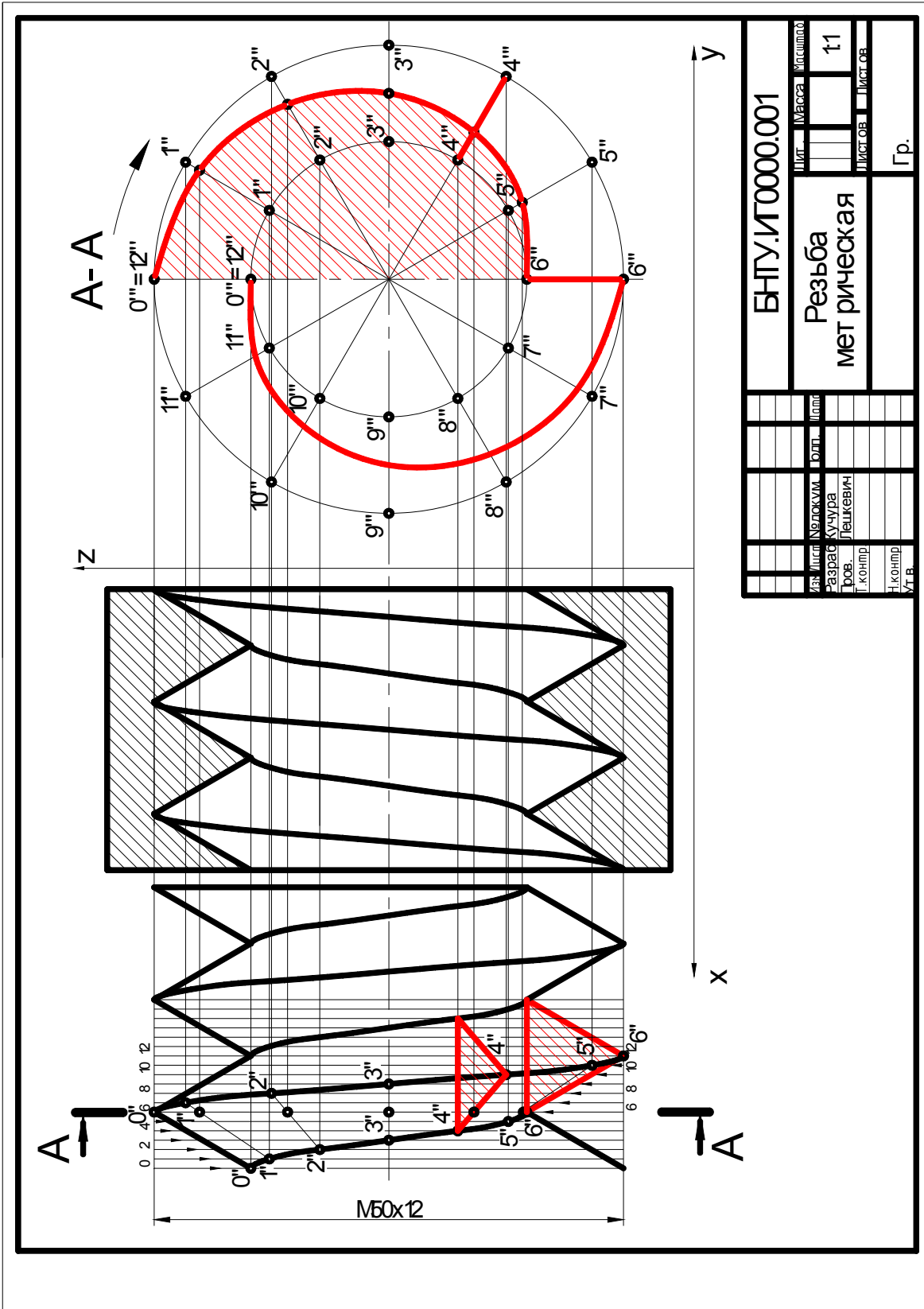


Рис. 2.11. Пример оформления линии пересечения резьбы плоскостью

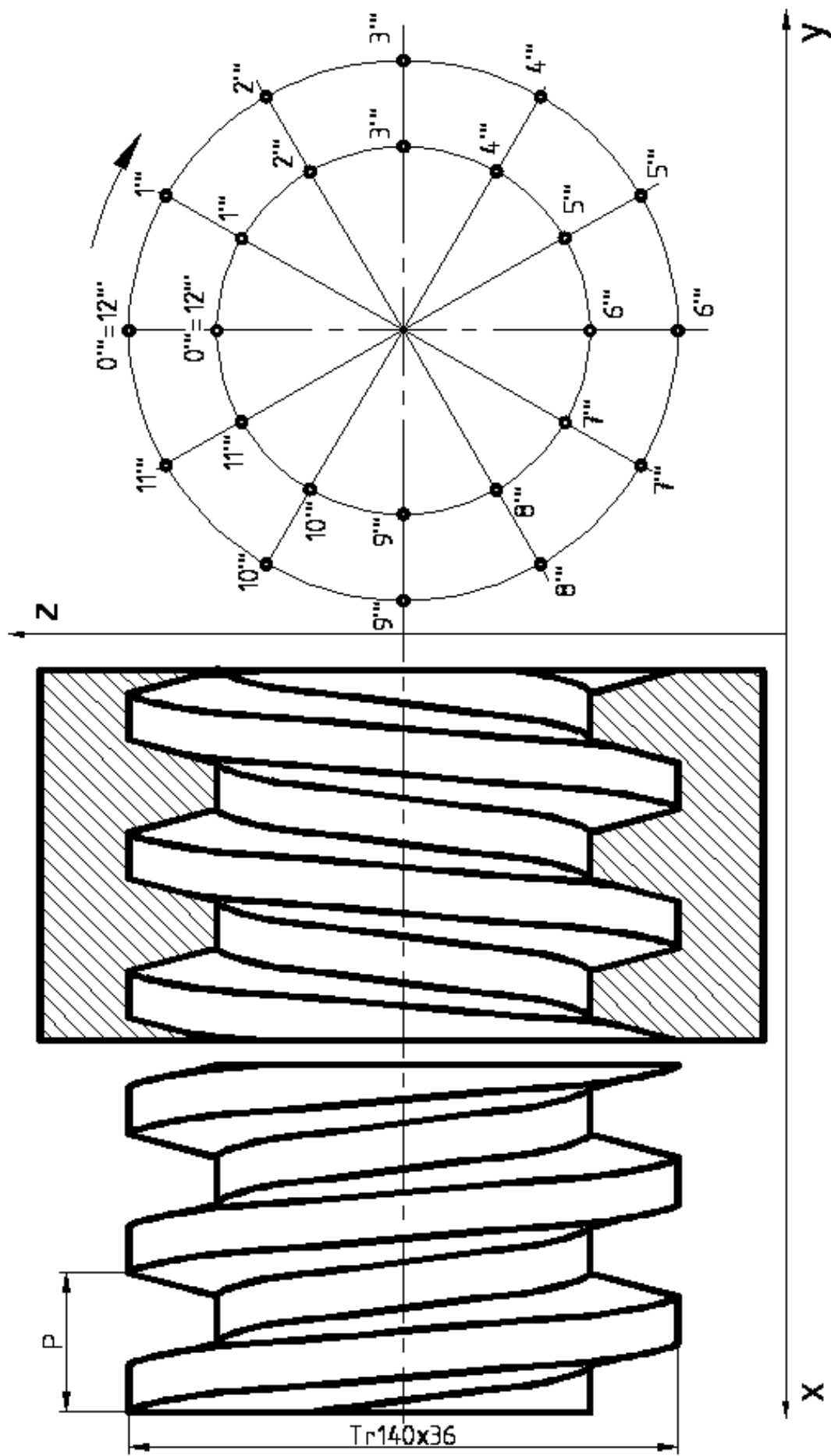


Рис. 2.12. Резьба трапецеидальная

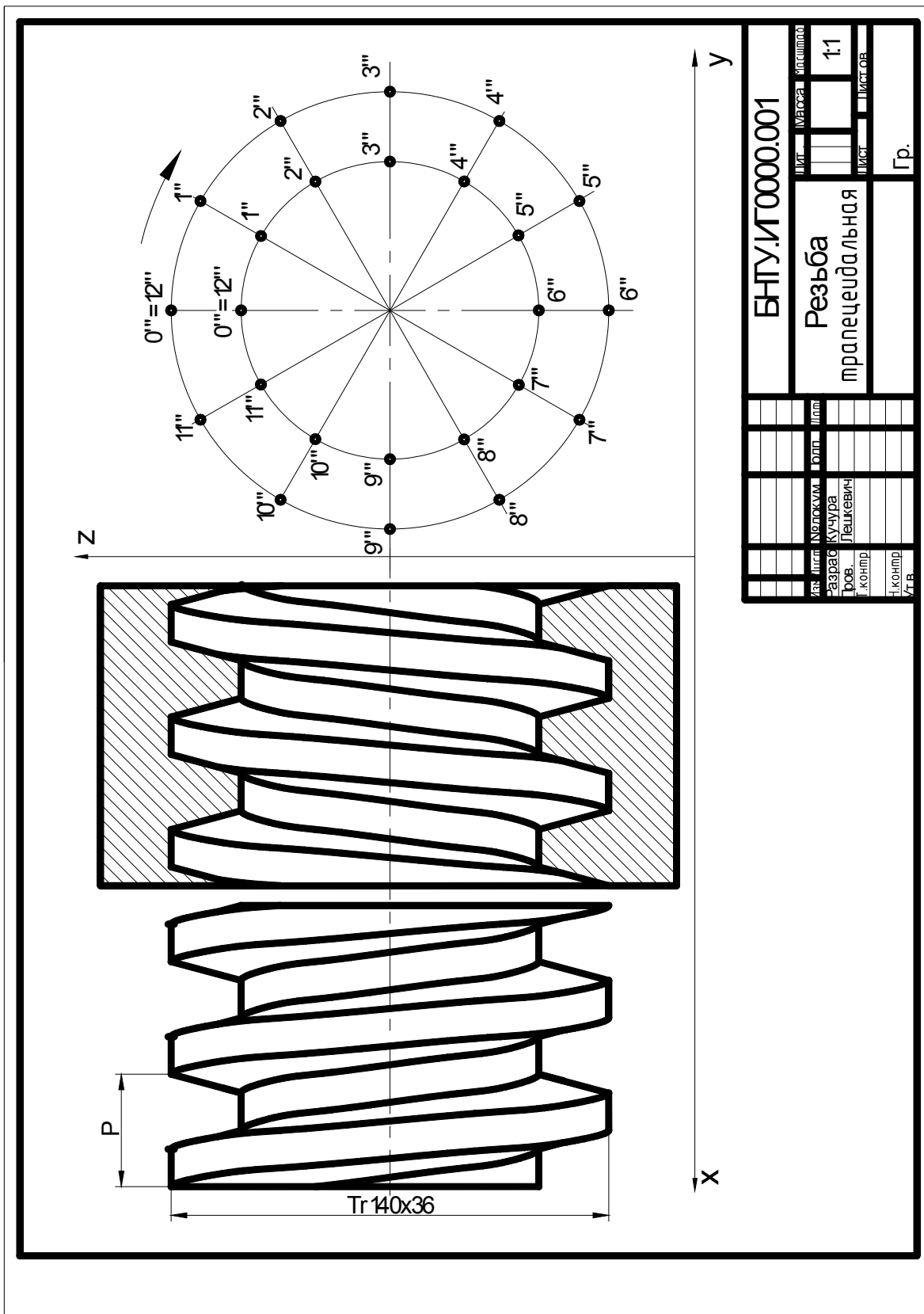


Рис. 2.13. Пример оформления резьбы трапецеидальной

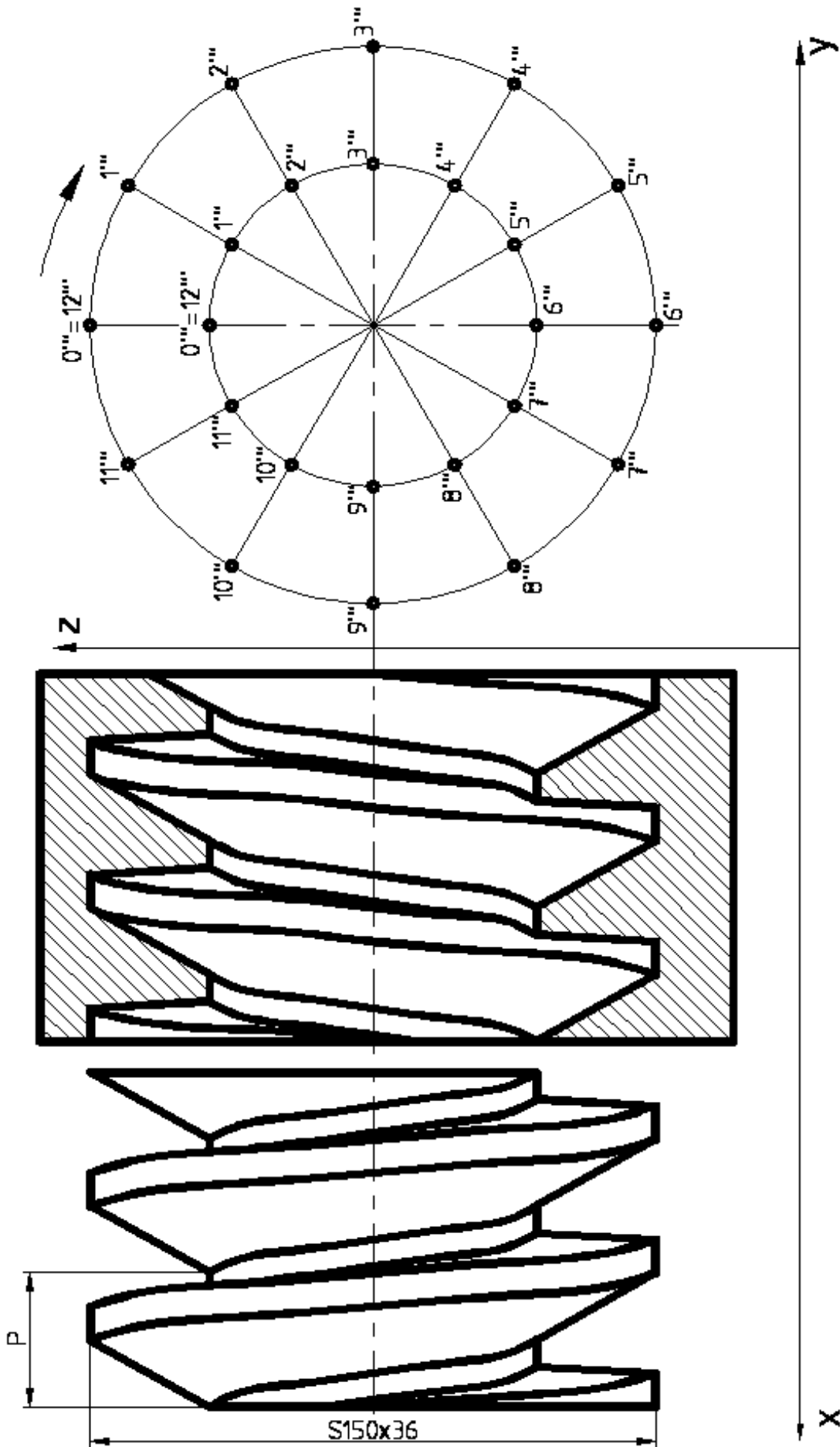


Рис. 2.14. Резьба упорная

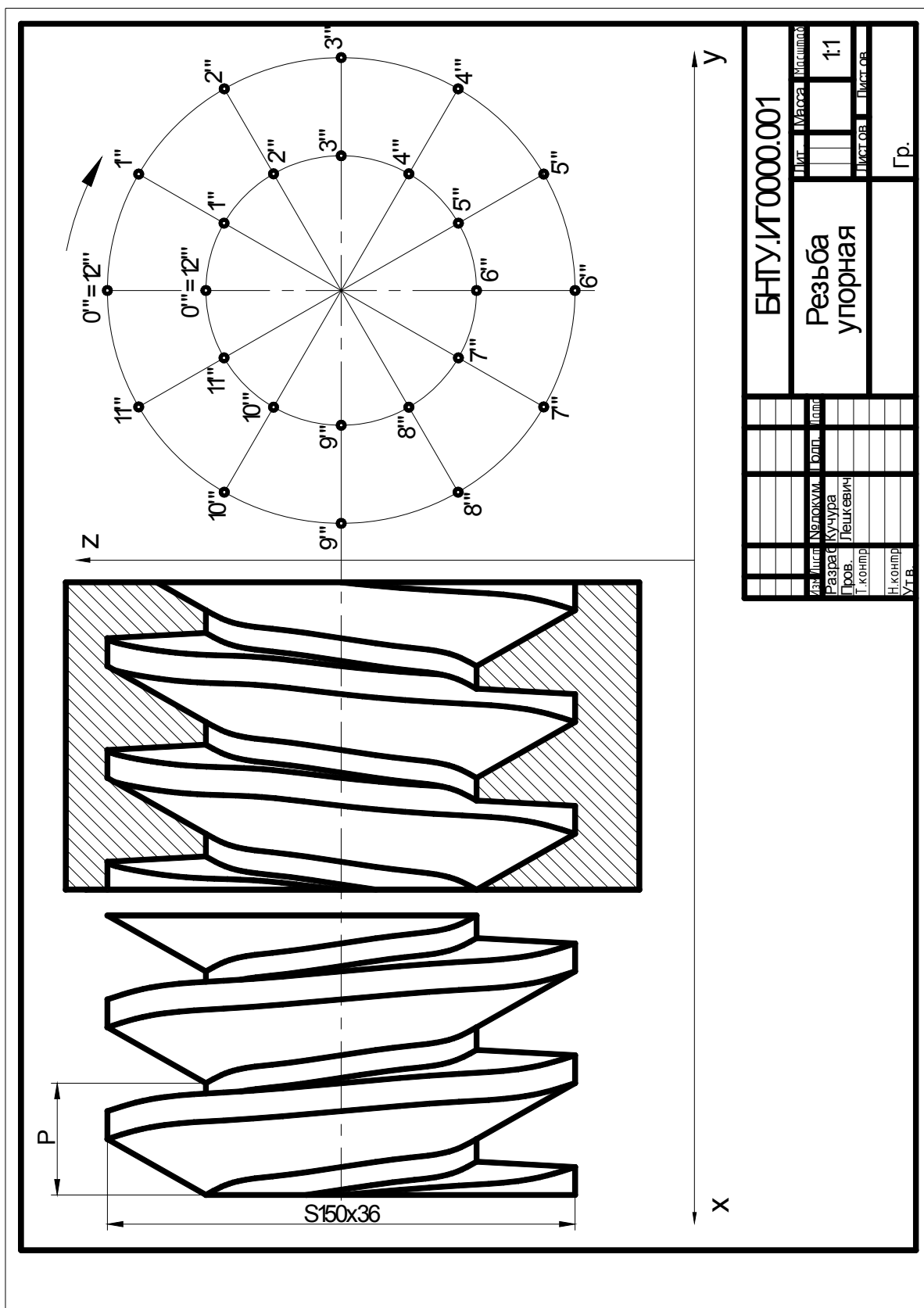


Рис. 2.15. Пример оформления резьбы упорной

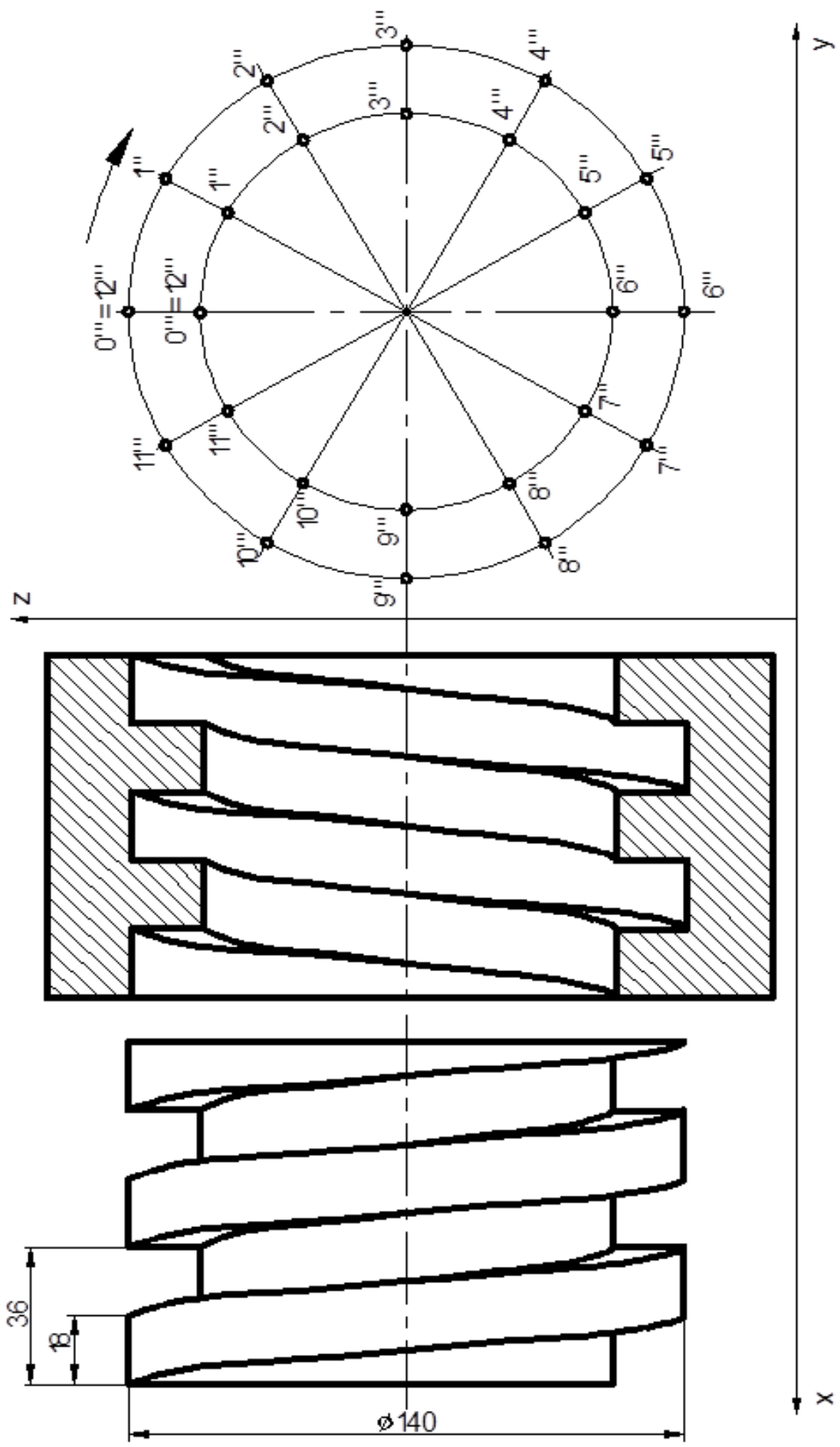


Рис. 2.16. Резьба прямоугольная

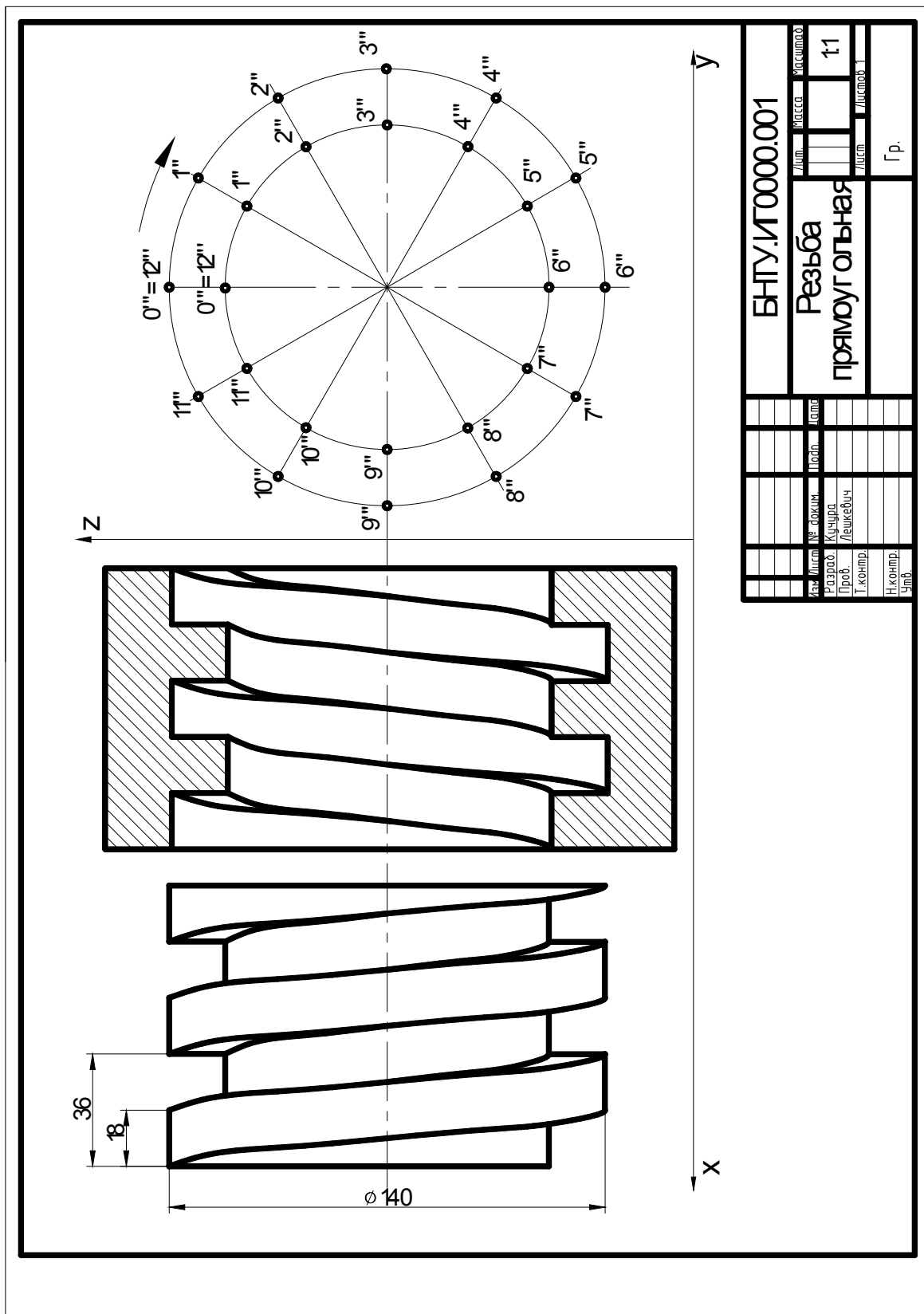


Рис. 2.17. Пример оформления резьбы прямоугольной

2.2. Общеупотребительные технические понятия

Наружная резьба – выполняется на цилиндрическом (коническом) стержне.

Внутренняя резьба – в цилиндрическом (коническом) отверстии.

Цилиндрическая резьба – на поверхности прямого кругового цилиндра.

Коническая резьба – на поверхности прямого кругового конуса.

Крепежные резьбы – применяются для соединения деталей (метрическая, трубная, конические и т. д.).

Ходовые резьбы – служат для преобразования вращательного движения в поступательное (трапецеидальная, упорная, прямоугольная).

Стандартные резьбы – все параметры резьбы определяет соответствующий ГОСТ.

Нестандартные резьбы – параметры произвольные.

Специальные резьбы – с некоторыми стандартными параметрами.

2.3. Изображение резьбы и резьбовых соединений

Стандарт ГОСТ 2.311-68 устанавливает правила изображения резьбы и резьбовых соединений на чертежах. Все типы резьбы изображают на чертежах одинаково:

- цилиндрическая и коническая наружная резьба (рис. 2.18, а, б);
- цилиндрическая и коническая внутренняя резьба (рис. 2.19, а, б);
- резьбовое соединение (рис. 2.20).

Запомните!!! В резьбовых соединениях предпочтение отдается **ввинчиваемой** детали!

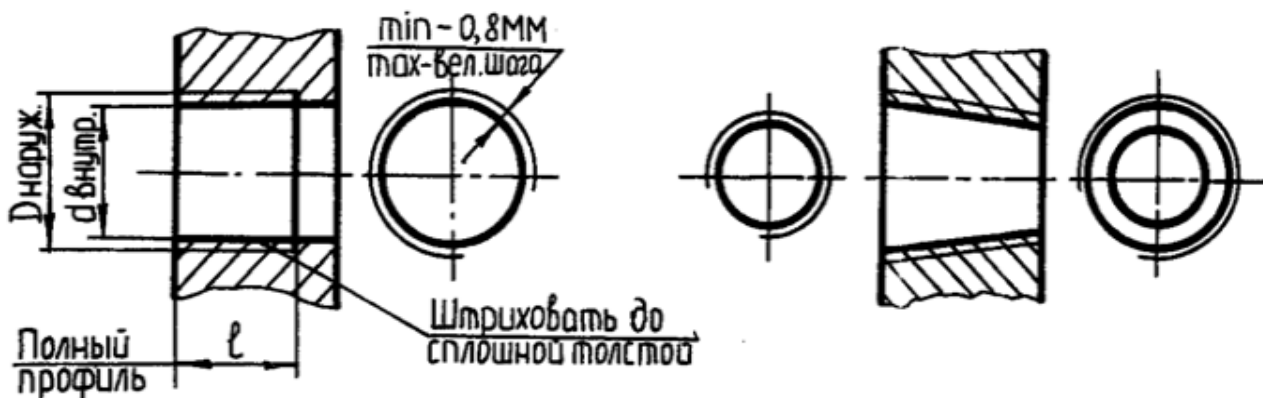


Рис. 2.18. Наружная резьба:
а – на цилиндрическом стержне;
б – на коническом стержне

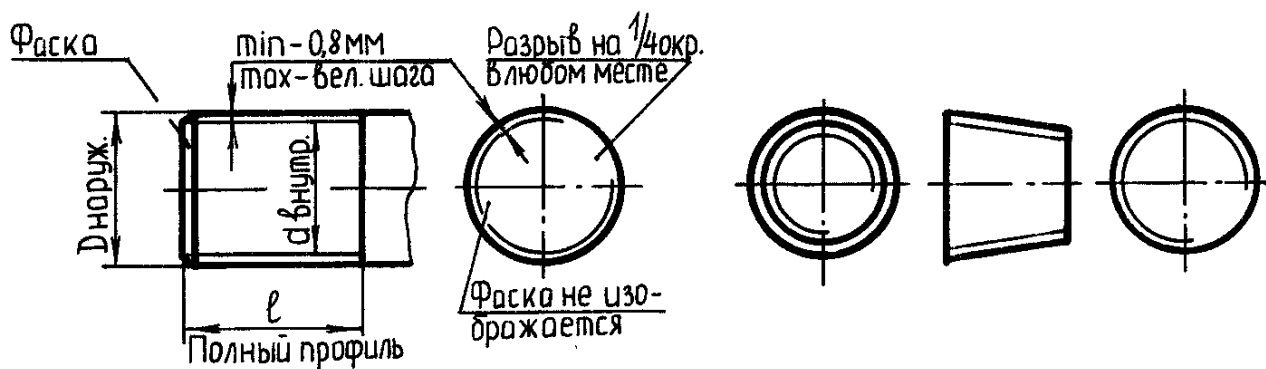


Рис. 2.19. Внутренняя резьба:
a – в цилиндрическом отверстии; *б* – в коническом отверстии

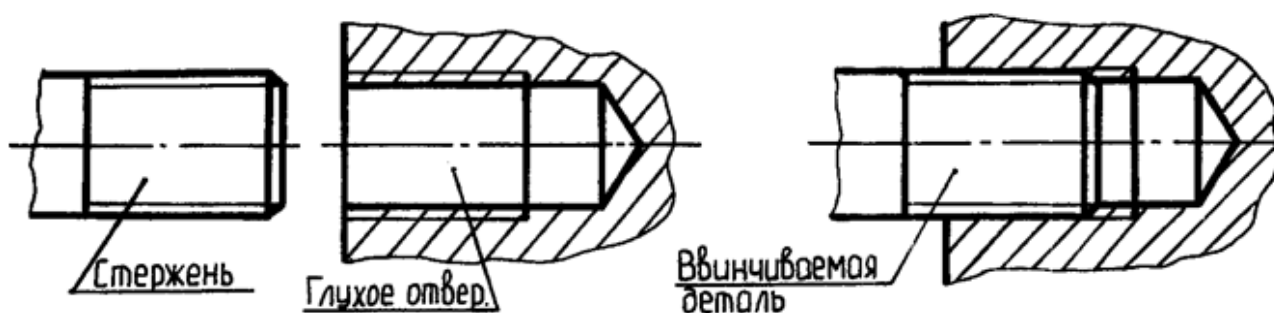


Рис. 2.20

2.4. Обозначение резьбы

2.4.1. Крепежные резьбы

2.4.1.1. Метрическая резьба

Метрическая резьба имеет профиль равнобедренного треугольника с углом при вершине 60° . Стандарт ГОСТ 8724-2002 устанавливает обозначение, диаметры (от 0,25 мм до 600 мм) и шаги (от 0,075 мм до 6 мм) метрической резьбы.

В условное обозначение метрической резьбы входит (рис. 2.21, *a*, *б*):

- первая буква наименования резьбы **M** (латинская);
- наружный диаметр резьбы;
- размер шага (только мелкий шаг);
- буквы **LH** для левой резьбы.

При нарезании метрической резьбы для обеспечения температурных и технологических зазоров вершины и впадины треугольного профиля срезаются параллельно оси вращения поверхности с образованием острых кромок, которые, в отличие от закругленного профиля трубной цилиндрической и конической резьб, препятствуют обеспечению надежной герметизации соединения и в пневмогидро приводах со шлангами и трубопроводами не применяются.

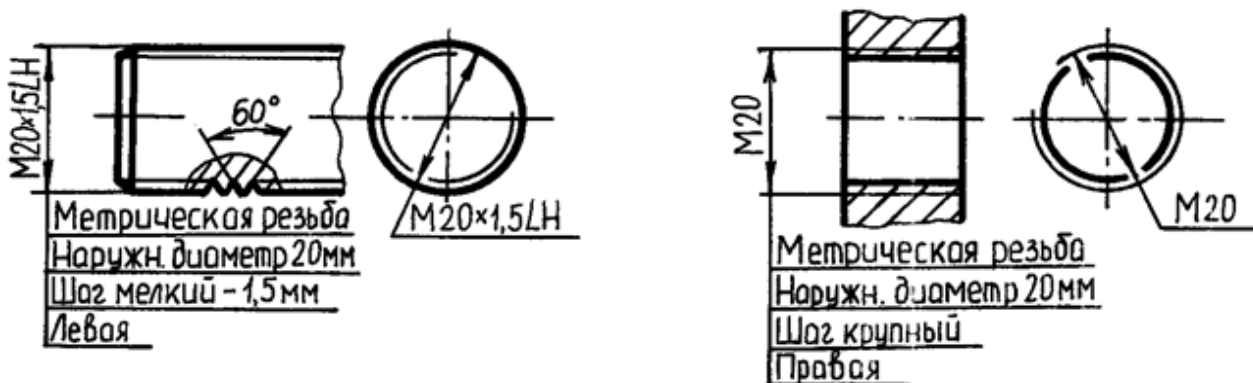


Рис. 2.21. Метрическая резьба:
 а – на стержне; б – в отверстии

2.4.1.2. Резьба трубная цилиндрическая (дюймовая)

Трубная цилиндрическая резьба имеет треугольный профиль с углом при вершине 55° . Стандарт ГОСТ 6357-81 устанавливает все параметры и обозначение резьбы от $1/16''$ до $6''$. Напоминаем, $1'' = 25,4 \text{ мм}$.

В обозначение трубной цилиндрической резьбы входит (рис. 2.22, а, б):

- первая буква **G** наименования резьбы;
- обозначение резьбы в дюймах (знак $''$ не наносят). Обозначенный размер в дюймах – это диаметр отверстия (условный проход) в трубе, на которой эта резьба может быть выполнена. Обозначение резьбы наносят на полке линии-выноски со стрелкой, всегда направленной к сплошной толстой линии на стержне и в отверстии;
- буквы **LH** для левой резьбы.

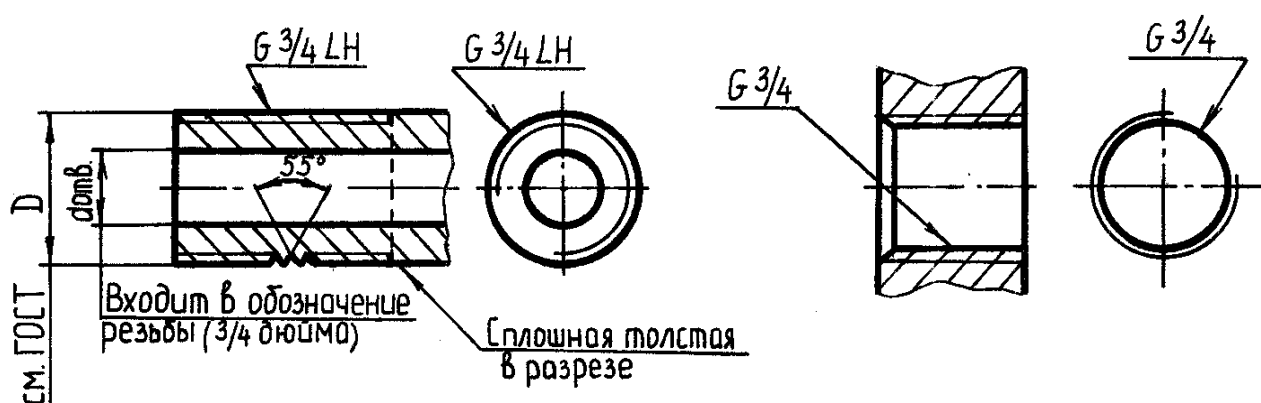


Рис. 2.22. Трубная цилиндрическая резьба:
 а – наружная резьба; б – внутренняя резьба

Для изображения резьбы на чертеже ее действительный наружный диаметр определяется по стандарту. Например, если требуется изобразить и обозначить трубную резьбу $G 3/4$, то ее наружный диаметр по стандарту будет равен $26,444 \text{ мм}$, а труба, на которой эта резьба может быть выполнена, будет иметь отверстие диаметром 20 мм ($3/4'' \times 25,4 \text{ мм}$).

Трубная цилиндрическая резьба применяется в пневматических и гидравлических системах с невысоким давлением до 2 МПа. Герметичность соединений при больших давлениях обеспечивает трубная коническая резьба.

Если резьба выполнена в отверстии, то размер, данный в обозначении резьбы, относится к отверстию в той условной трубе, которую можно ввинтить в это отверстие.

2.4.1.3. Резьба трубная коническая (дюймовая)

Трубная коническая резьба имеет треугольный профиль с углом при вершине 55° и конусность 1:16. Стандарт ГОСТ 6211-81 устанавливает параметры и обозначение резьбы от 1/16" до 6".

В обозначение трубной конической резьбы входит (рис. 2.23, а, б):

- первая буква **R** наименования резьбы (для резьбы в отверстиях – **R_c**);
- обозначение резьбы в дюймах на полке линии-выноски со стрелкой, всегда направленной к сплошной толстой линии на стержне и в отверстии;
- буквы **LH** для левой резьбы.

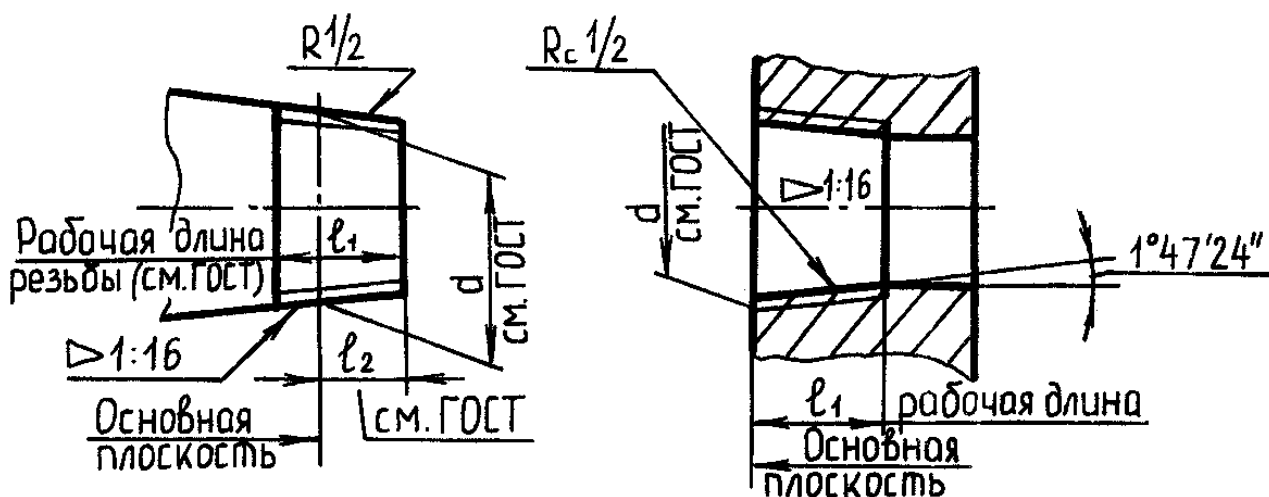


Рис. 2.23. Трубная коническая резьба:
а – на стержне; б – в отверстии

Для изображения трубной конической резьбы на чертеже определяется по стандарту действительный наружный диаметр резьбы в **основной плоскости** резьбы (размер этого диаметра равен наружному диаметру трубной цилиндрической резьбы с таким же обозначением). Например, если требуется изобразить и обозначить коническую трубную резьбу **R 3/4**, то ее наружный диаметр в основной плоскости равен 20,955 мм.

На стержне расстояние l_2 от торца стержня до основной плоскости резьбы определяется стандартом.

В отверстии с конической трубной резьбой основная плоскость совпадает с торцом детали.

2.4.1.4. Коническая дюймовая резьба

Коническая дюймовая резьба имеет треугольный профиль с углом при вершине 60° и конусность 1:16. Стандарт ГОСТ 6111-52 устанавливает параметры и обозначение резьбы от $1/16''$ до $2''$. В обозначение конической дюймовой резьбы входит (рис. 2.24):

- первая буква **К** (кириллица) наименования резьбы;
- обозначение резьбы в дюймах (со знаком $''$);
- номер стандарта – ГОСТ 6111-52.

Действительный наружный диаметр конической дюймовой резьбы также относится к основной плоскости резьбы и определяется по стандарту. Расстояние l_2 до основной плоскости на стержне дано в стандарте, а в отверстии основная плоскость совпадает с его торцом.

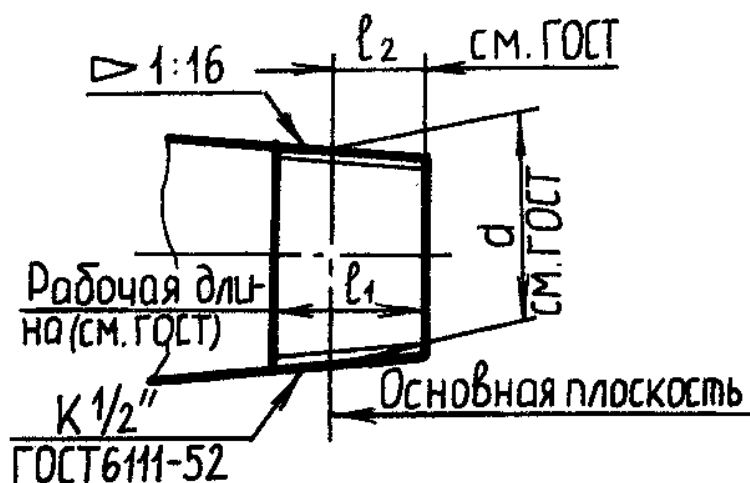


Рис. 2.24

Примечание: все дюймовые резьбы характеризуются числом витков винтового выступа на длине в один дюйм (числом ниток). Например, у резьбы с обозначением $1/2''$ выполняется 14 ниток на $1''$ (размер шага будет равен: $1'' : 14 = 1,814$ мм).

2.4.2. Ходовые резьбы

2.4.2.1. Трапецеидальная резьба

Трапецеидальная резьба имеет профиль равнобокой трапеции с углом при вершине 30° . Стандарт ГОСТ 24738-81 устанавливает параметры и обозначение однозаходной трапецеидальной резьбы, а стандарт ГОСТ 24739-81 устанавливает все параметры и обозначение многозаходной трапецеидальной резьбы.

В обозначение трапецеидальной резьбы входит (рис. 2.25, а, б):

Для однозаходной резьбы:

- первые две буквы **Tr** наименования резьбы;

- наружный диаметр резьбы;
- размер шага;
- буквы **LH** для левой резьбы;

Для многозаходной резьбы:

- **Tr**;
- наружный диаметр;
- размер хода ($S = n \times P$);
- размер шага с латинской буквой **P** в круглых скобках;
- буквы **LH** для левой резьбы.

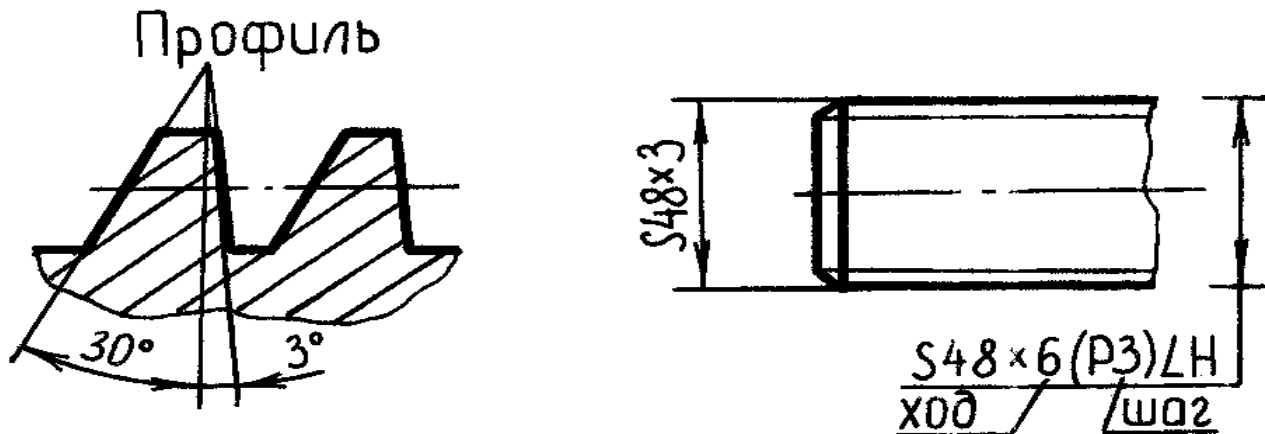


Рис. 2.25. Обозначение трапецеидальной резьбы:
a – однозаходная; *б* – многозаходная (3 захода)

2.4.2.2. Упорная резьба

Упорная резьба является разновидностью трапецеидальной резьбы и имеет профиль неравнобокой трапеции. Стандарт (ГОСТ 10177-82) устанавливает параметры и обозначение упорной резьбы.

В обозначение упорной резьбы входит (рис. 2.26, *a*, *б*):

Для однозаходной резьбы:

- **S** (первая буква наименования резьбы);
- наружный диаметр
- размер шага;
- буквы **LH** для левой резьбы.

Для многозаходной резьбы:

- **S** (первая буква наименования резьбы);
- наружный диаметр;
- размер хода;
- размер шага с буквой **P** в скобках;
- буквы **LH** для левой резьбы.

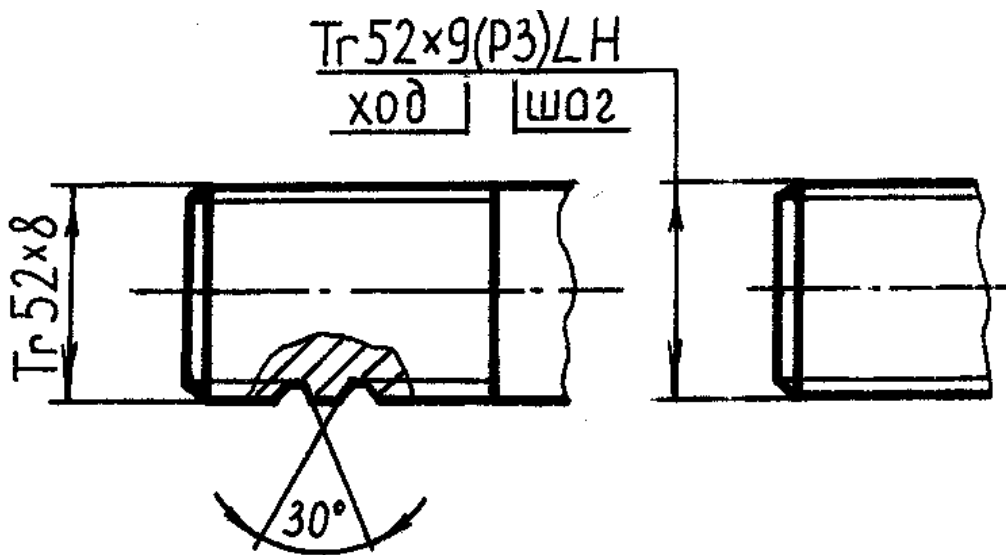


Рис. 2.26. Обозначение упорной резьбы:
а – однозаходная; б – многозаходная

2.4.2.3. Прямоугольная резьба (нестандартная)

Прямоугольная резьба имеет прямоугольный или квадратный профиль. Ее параметры определяются прочностью и долговечностью изделия.

Все размеры для выполнения резьбы наносят на чертеж, как показано на рис. 2.27. Для левой или многозаходной резьбы на полке линии-выноски выполняется соответствующая надпись.

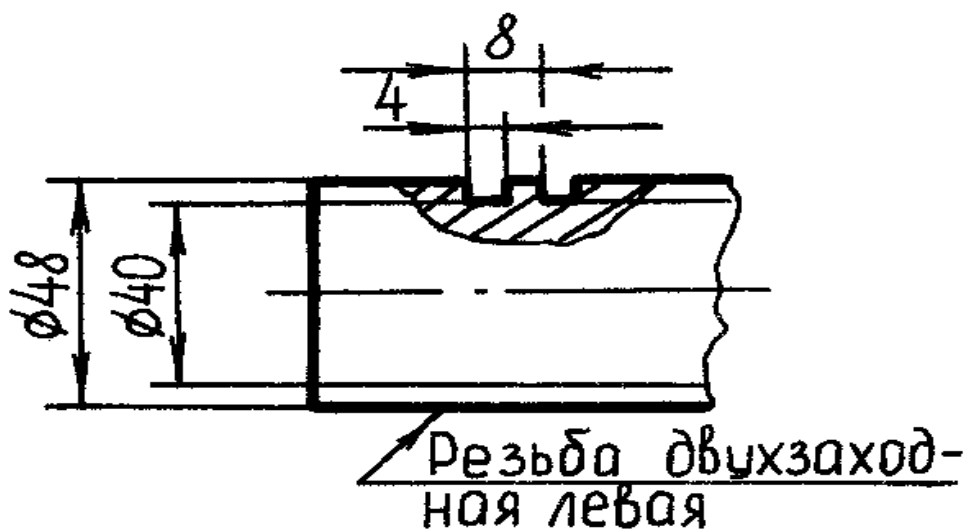


Рис. 2.27

3. СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ КРЕПЕЖНЫМИ ИЗДЕЛИЯМИ

Соединить детали можно не только простым ввинчиванием резьбового стержня (например, пробки) в отверстие другой детали. Для соединения деталей, например, крепления крышки к корпусу, используют специальные изделия типа болтов, винтов, гаек, шайб, шпилек и т. д., все параметры которых стандартизованы и которые получили общее название **крепежных изделий**.

Изображение соединений деталей различными крепежными изделиями выполняются по определенным правилам. Вычерчивание крепежных изделий в соединениях на учебном задании выполняется по действительным размерам, т. е. все необходимые размеры крепежных изделий нужно брать из соответствующих стандартов.

3.1. Соединение деталей болтом

Стандарт ГОСТ 7798-70 устанавливает размеры и обозначение болтов с шестигранной головкой [8, стр. 297]. Характерная особенность соединения деталей болтом в том, что и в крышке и в корпусе выполняются отверстия без резьбы – так называемые «свободные отверстия», размеры которых также стандартизованы (на чертежах диаметры свободных отверстий можно выполнять по относительным размерам, равным $1,1d$, где d – диаметр стержня крепежного изделия, рис. 3.1). Болт вставляется в отверстия крышки и корпуса, а на его свободный конец накидывается шайба и навинчивается гайка.

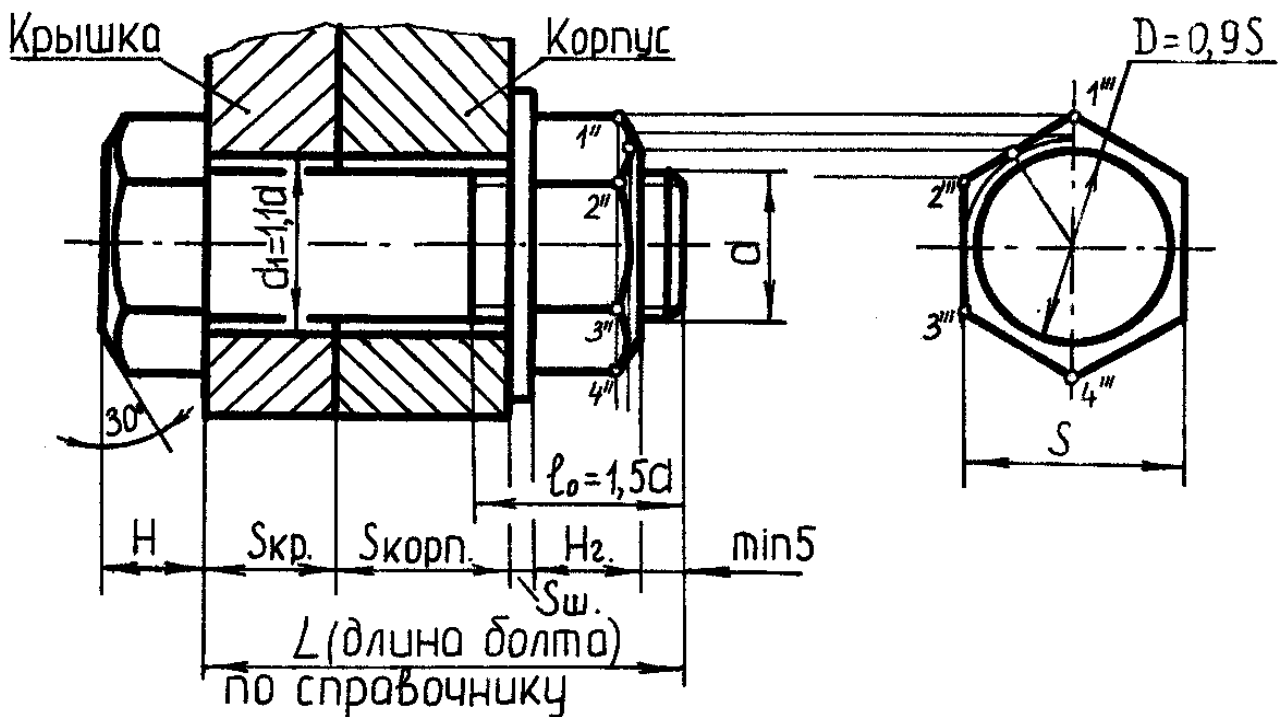


Рис. 3.1. Соединение деталей болтом

На шестигранной головке болта и шестигранной гайке выполнены фаски под углом 30° к их торцам. Следовательно, на главном виде изображения нужно построить фронтальные проекции гипербола – линий пересечения конической поверхности фаски плоскостями (гранями гайки), которыми образованы шестигранники под гаечный ключ (построение показано на рис. 3.1).

Принято на главном виде чертежа изображать **три грани** шестигранных элементов крепежных изделий.

Длина стержня болта (без головки) определяется как сумма размеров: S крышки + S корпуса + S шайбы + H гайки + 5 мм. Полученный суммарный размер уточняется по справочной таблице, в которой даны стандартные длины болтов и соответствующая длина резьбы l_0 на стержне болта [8, стр. 298].

Примеры упрощенного (без класса прочности, покрытия, поля допуска и т. д.) обозначения крепежных изделий, входящих в болтовое соединение:

Обозначение болта М16 длиной 95 мм:

Болт М16 × 95 ГОСТ 7798-70.

Обозначение шестигранной гайки М16 второго исполнения с одной фаской [8, стр. 340]:

Гайка 2 М16 ГОСТ 5915-70.

Обозначение шайбы для резьбовых стержней диаметром 16 мм [8, стр. 357]:

Шайба 16 ГОСТ 11371-78.

Примечание. В осевых разрезах крепежные изделия принято изображать нерассеченными и не заштриховывать!

3.2. Соединение деталей шпилькой

Шпилька – это цилиндрический стержень, на двух концах которого выполнена резьба [8, стр. 328]. Длина ввинчиваемого конца l_1 зависит от материала детали (корпуса), в которую ввинчивается шпилька, и определяет стандарт шпильки. Например, если материал корпуса сталь, то $l_1 = d$ шпильки, а стандарт такой шпильки – ГОСТ 22032-76 [8, стр. 339].

Запомните! В длину шпильки, которая входит в ее обозначение, ввинчиваемый конец l_1 **НЕ ВХОДИТ!**

Длину шпильки в соединении определяет сумма размеров: S крышки + S шайбы + H гайки + 5 мм. Полученный суммарный размер уточняется по справочной таблице [8, стр. 332], в которой даны стандартные длины шпилек и длина l_0 второго (гаечного) резьбового конца шпильки.

Если шпилька ввинчивается в глухое отверстие, то в нем выполняют запас резьбы на глубину, равную примерно $1/4$ – $1/2$ d шпильки и запас сверленного отверстия на такую же глубину.

Соединение деталей шпилькой выполняется так: шпилька ввинчивается в корпус на всю длину l_0 , на ее свободный конец накладывается крышка со свободными отверстиями без резьбы, затем накладывается шайба и навинчивается гайка (рис. 3.2).

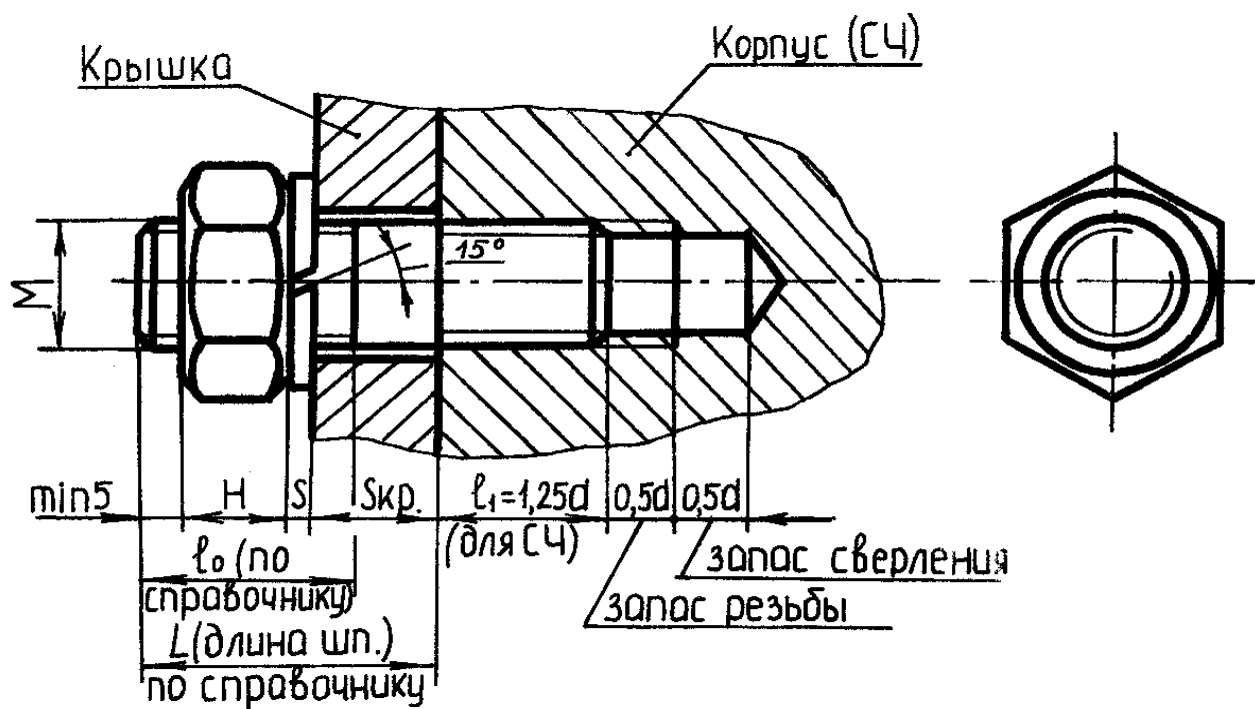


Рис. 3.2. Соединение деталей шпилькой

Характерной особенностью изображения соединения деталей шпилькой на чертеже является линия разъема корпуса и крышки, совпадающая с линией конца резьбы на ввинчиваемом конце шпильки.

Пример упрощенного обозначения входящих в соединение крепежных изделий:

Обозначение шпильки М16 длиной 80 мм, ввинчиваемой в серый чугун:

Шпилька М16 × 80 ГОСТ 22034-76 [8, стр. 330].

Обозначение шайбы пружинной (шайба Гровера, [8, стр. 358]):

Шайба 16 65Г ГОСТ 6402-70 (65Г – обозначение материала шайбы).

Обозначение шестигранной гайки М16 первого исполнения (с двумя фасками):

Гайка М16 ГОСТ 5915-70 (номер первого исполнения в обозначение не входит).

3.3. Соединение деталей винтами

Существует много типов винтов, отличающихся формой головки, конструктивными элементами для ввинчивания – шлицами под простую или крестовую отвертку и т. д. Каждый тип винта имеет стандарт, устанавливающий размеры головки, а также размеры и форму элемента для ввинчивания, диаметры и длины винтов, а также длину резьбовых концов и обозначение винта [8, стр. 310–325].

В соединении винтами длина резьбового стержня, ввинчиваемого в корпус, и глубина глухого отверстия с резьбой рассчитывается так же, как и для шпильки.

На видах сверху или слева шлиц под отвертку изображают с наклоном вправо под углом 45° к горизонтальной линии рамки.

Характерной особенностью изображения на чертежах соединений винтами является положение линии, которая обозначает конец резьбы на стержне винта, эта линия **ДОЛЖНА** располагаться в пределах толщины крышки (если резьба не выполнена на всю длину стержня винта), так как крышка прижимается к корпусу именно головкой винта.

Соединение винтами выполняется следующим образом: на деталь с резьбовыми отверстиями (корпус) накладывается крышка со свободными отверстиями (без резьбы), а затем в резьбовые отверстия ввинчиваются винты и головками прижимают крышку к корпусу. Отверстия в крышке выполняются с зазором, равным $0,05d$, где d – наружный диаметр резьбы на стержне. Зазор выполняется для облегчения сборки и сохранения резьбовой поверхности от повреждений.

3.3.1. Соединение деталей винтом с цилиндрической головкой – ГОСТ 1491-80

Соединение винтом с цилиндрической головкой дано на рис. 3.3.

Упрощенное обозначение винта М12 длиной 45 мм:

Винт М12 × 45 ГОСТ 1491-80.

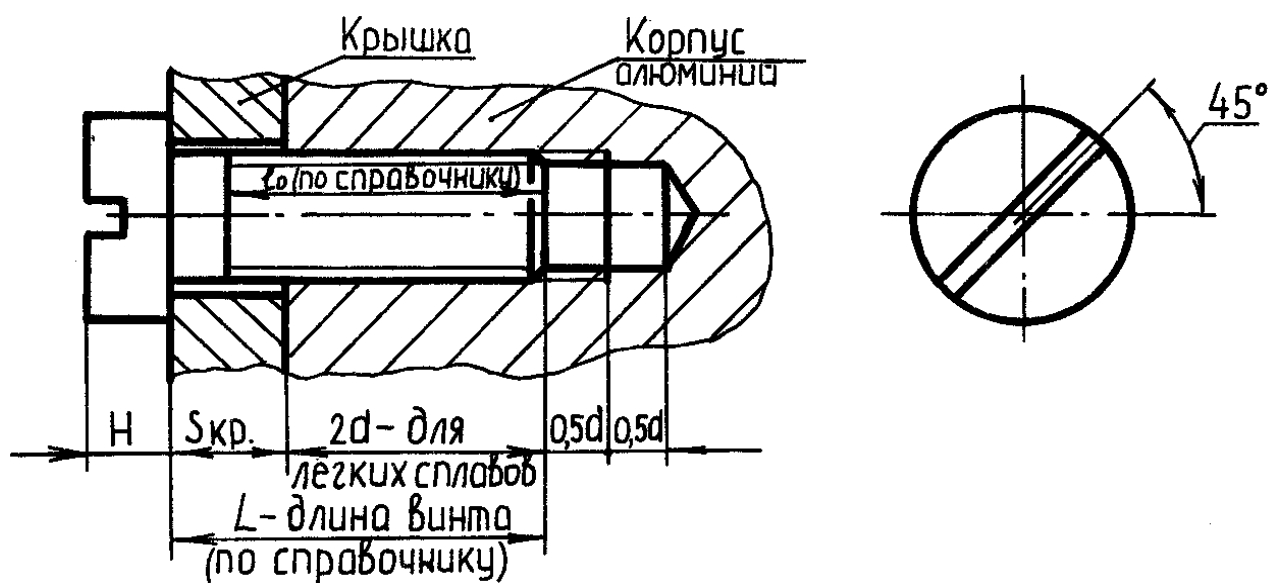


Рис. 3. 3. Соединение деталей винтом

3.3.2. Соединения винтами с полукруглой (ГОСТ 17473-80), потайной (ГОСТ 17475-80) и полупотайной (ГОСТ 17474-80) головками

Соединения винтами с полукруглой, потайной и полупотайной головками даны на рис. 3.4 [8, стр. 314, 316, 318]. Поскольку изображение ввинченного

в корпус конца для всех винтов одинаково, на рисунках показаны правила изображения головок и стержней винтов в крышке (рис. 3.4 *a, б, в*).

Упрощенное обозначение этих винтов (например, М16 длиной 40 мм):

Обозначение винта с полукруглой головкой:

Винт М16 × 40 ГОСТ 17473-80.

Обозначение винта с потайной головкой (высота головки входит в длину этого винта):

Винт М16 × 40 ГОСТ 17475-80.

Обозначение винта с полупотайной головкой (в длину винта входит коническая часть головки):

Винт М16 × 40 ГОСТ 17474-80.

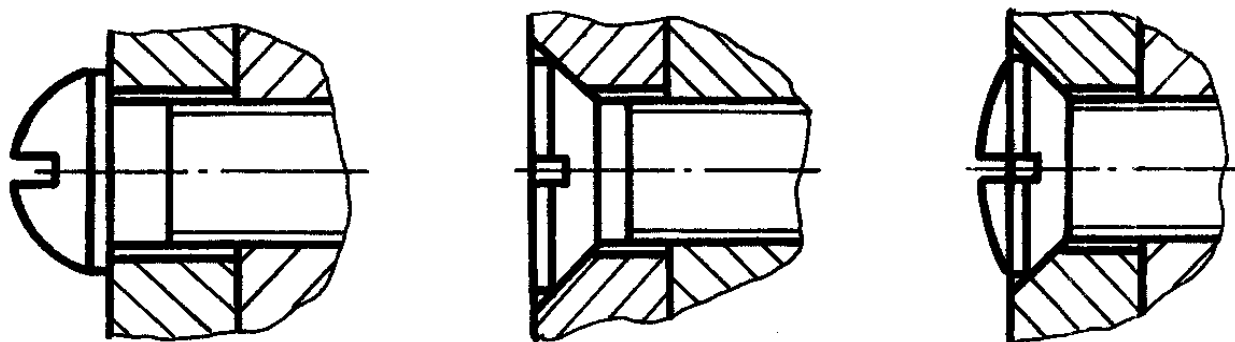


Рис. 3.4. Правила изображения головок и стержней винтов:
a – винт с полукруглой головкой; *б* – винт с потайной головкой;
в – винт с полупотайной головкой

4. УПРОЩЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ КРЕПЕЖНЫМИ ИЗДЕЛИЯМИ

На сборочных чертежах допускается изображать соединения крепежными изделиями упрощенно в соответствии со стандартом ГОСТ 2.315-68 [9]. На рис. 4.1 даны примеры упрощенного изображения соединений шпилькой (рис. 4.1, а) и винтом с потайной головкой (рис. 4.1, б).

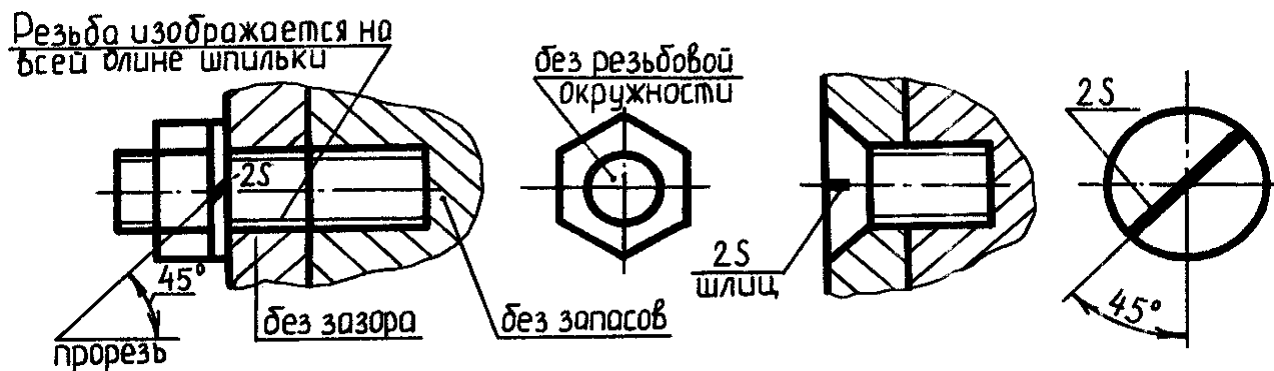


Рис. 4.1. Примеры изображения соединений:
а – шпилькой; б – винтом с потайной головкой

5. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Изучив представленные теоретические и практические сведения, можно приступить к выполнению индивидуальных РГР, варианты которых даны в табл. 5.1–5.3. Метрическую резьбу следует выполнять в обязательном порядке как основную, а трапецеидальную, упорную и прямоугольную резьбовые поверхности можно выполнять факультативно.

Таблица 5.1

Метрическая резьба (шаг искусственно увеличен в 2 раза)

№ варианта	Наружный диаметр, D	Направление	Шаг	Масштаб
1	2	3	4	5
1	30	правое	7	5:1
2	36	правое	8	4:1
3	40	правое	8	4:1
4	45	правое	9	2,5:1
5	50	правое	10	2,5:1
6	30	левое	7	5:1
7	36	левое	8	4:1
8	40	левое	8	4:1
9	45	левое	9	2,5:1
10	50	левое	10	2,5:1
11	58	правое	11	2,5:1
12	60	правое	11	2,5:1
13	62	правое	11	2:1
14	65	правое	12	2:1
15	75	правое	12	2:1
16	58	левое	11	2,5:1
17	60	левое	11	2,5:1
18	62	левое	11	2:1
19	65	левое	12	2:1
20	72	левое	12	2:1
21	75	правое	12	2:1
22	80	правое	12	2:1
23	30	правое	7	4:1
24	33	правое	7	4:1
25	35	правое	7	4:1
26	75	левое	12	2:1
27	80	левое	12	2:1
28	30	левое	7	4:1
29	33	левое	7	4:1
30	35	левое	7	4:1

Таблица 5.2

Трапецеидальная резьба

Диаметр, D	Шаг	Диаметр, D	Шаг
12 13	3	48 52	8; 12
16 18 20	4	55 60	9; 14
22 24 26 28	5; 8	70 80	10
30 32 34 36	3; 6; 10	120 130	6; 14
38 40 42	3; 6; 7; 10	140	6; 14

Таблица 5.3

Упорная резьба

Диаметр, D	Шаг	Диаметр, D	Шаг
12 14	3	38 40 42	10
16 18 20	4	44	12
22 24 28	8	46 48 50 52	12
30 32 34 36	10	55 60	14

РГР желательно выполнять на компьютере в виде лабораторной работы. В этом случае имеется возможность не только проконтролировать правильность построений, но и подключить анимацию и увидеть на экране монитора образование винтовой резьбовой поверхности в кинематике и динамике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проекционное черчение : учебно-методическое пособие / С. В. Гиль [и др.]. – Мн.: БГПА, 2002.
2. ГОСТ 8724-2002. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры, шаги. – Введ. 01.01.1982.
3. ГОСТ 63 57-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная цилиндрическая. Профиль, размеры. – Введ. 01.01.1983.
4. ГОСТ 24 738-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьбы трапецеидальная однозаходная. Диаметры, шаги. – Введ. 01.01.1982.
5. ГОСТ 24739-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьбы трапецеидальная многозаходная. Диаметры, шаги. – Введ. 01.01.1982.
6. ГОСТ 10 177-82. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба упорная. Диаметры, размеры.
7. ГОСТ 2.311-68. Основные нормы взаимозаменяемости. Изображение резьб.
8. Федоренко, В. А. Справочник по машиностроительному черчению / В. А. Федоренко, А. И. Шощин. – Л.: Машиностроение, 1983. – 416 с.
9. ГОСТ 2.315-68. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей.

Учебное издание

ЛЕШКЕВИЧ Александр Юрьевич
ГИЛЬ Светлана Валентиновна
ДОРОГОКУПЕЦ Татьяна Васильевна и др.

ГЕОМЕТРИЯ РЕЗЬБОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по специальностям
1-37 01 02 «Автомобилестроение (по направлениям)»
и 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)»

Редактор *Е. В. Герасименко*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 30.09.2021. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 5,00. Уч.-изд. л. 1,95. Тираж 200. Заказ 577.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.