

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до проведення практичних і самостійних занять з дисципліни
“Нарисна геометрія” до теми:
“Проекціювання та побудова проєкцій фігур перерізу конуса”
для студентів технічних спеціальностей
всіх форм навчання

2023 рік

Методичні вказівки до проведення практичних і самостійних занять з дисципліни “Нарисна геометрія” до теми: “Проекціювання та побудова проєкцій фігур перерізу конуса” для студентів технічних спеціальностей всіх форм навчання /Укл.М.В.Скоробогата, С.А.Бовкун – Запоріжжя: НУ«Запорізька політехніка», 2023. – 43 с.

Укладачі: М.В.Скоробогата, старш.викладач
С.А.Бовкун, старш.викладач

Рецензент: О.В.Лютова, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск В.В.Нетребко, професор, д.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Інтегровані технології
зварювання та моделювання
конструкцій»
Протокол № 7
від “27” квітня 2023 р.

Рекомендовано до видання
НМК Інженерно-фізичного
факультету
Протокол № 9
від “16” травня 2023 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Поверхні	5
1.1 Поверхні обертання	5
2 Проекціювання конуса	6
3 Побудова проєкцій точок, розташованих на конусі	8
4 Перерізи поверхонь конуса проєціюючими площинами	12
4.1 Загальні відомості	12
4.2 Переріз конуса	12
5 Перетин поверхонь конуса прямими лініями	14
5.1 Загальні принципи розв'язування задач	14
5.2 Точки перетину прямої з конусом	14
6. Приклади практичного завдання «Конус з отвором»	18
Питання для самоперевірки	38
Використана та рекомендована література	39
Додаток А. Таблиця А.1 – Варіанти завдань до теми «Конус з отвором»	41

ВСТУП

Ці методичні вказівки призначені для студентів, які вивчають курс «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка» денної та заочної форми навчання.

Форму будь-якої деталі можна розглядати як сукупність простих геометричних фігур: точок, відрізків, ліній, площин, геометричних тіл.

Методичні вказівки присвячені питанням утворення поверхні, проєкціюванню геометричного тіла - циліндр, його перерізу проєкціуючими площинами, перетину прямими лініями.

Для закріплення теоретичних знань в кінці методичних вказівок приведені деякі питання для самоперевірки.

Для самостійного вивчення додаткових питань нарисної геометрії наведена використана і рекомендована навчальна література.

Методичні вказівки знайомлять студентів із завданнями та прикладами виконання графічних робіт.

1 ПОВЕРХНІ

Поверхня - безліч послідовних положень лінії при переміщенні її в просторі. Таку лінію називають твірною поверхні. Вона може бути прямою або кривою. Закон переміщення твірної може бути заданий тиж лініями, але іншого напрямку, ніж твірна. Ці лінії називають напрямними. Сукупність декількох послідовних положень твірної та напрямних створює каркас поверхні (рис. 1.1).

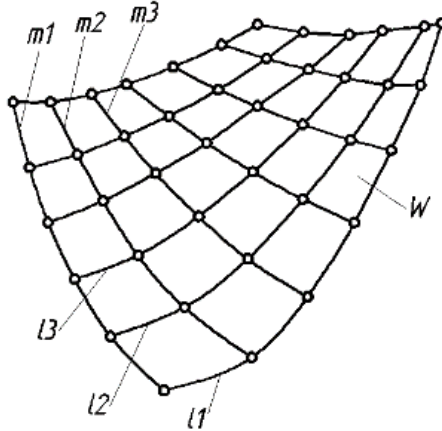


Рисунок 1.1 – Визначники поверхонь

1.1 Поверхні обертання

Залежно від форми твірної всі поверхні можна розділити на лінійчасті (твірна – пряма лінія) і нелінійчасті (твірна – крива лінія). Поверхні лінійчасті поділяються на поверхні, що розгортаються і можуть бути накладені на площину без розривів і складок (циліндрична, конічна тощо), і ті, що не розгортаються і не можуть бути суміщені з площиною без деформації (циліндроїд, коноїд тощо).

Конус - геометричне тіло, обмежене бічною конічною поверхнею і площиною основи, яка перерізає всі його твірні (рис. 1.2).

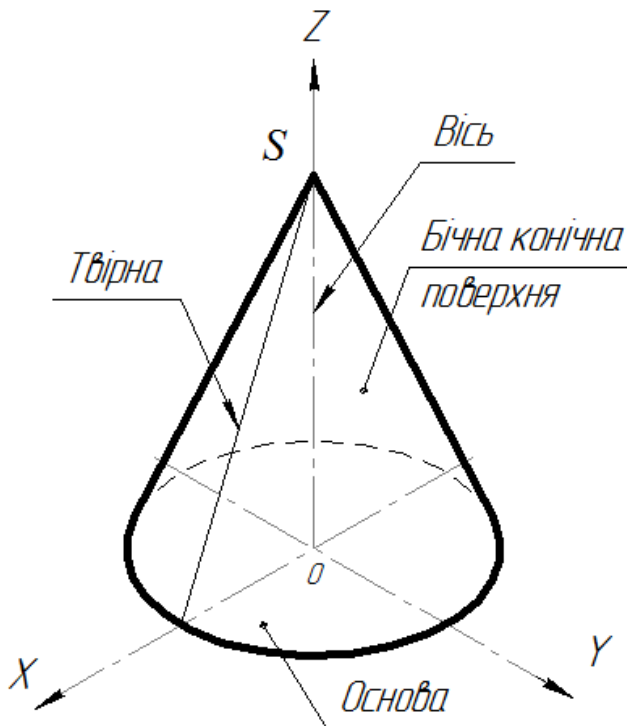


Рисунок 1.2 - Назви складових елементів конуса

2 ПРОЕКЦІЮВАННЯ КОНУСА

Проекціювання геометричних тіл ведеться за правилами проекціювання точок, відрізків прямих, плоских фігур. При побудові прямокутних проекцій геометричним тілам надають таке положення, при якому найбільша кількість елементів тіл буде спроекційоване в дійсну величину.

Три проекції прямого кругового конуса, основа якого розташована в горизонтальній площині проекцій π_1 , зображені на рисунку 2.1.

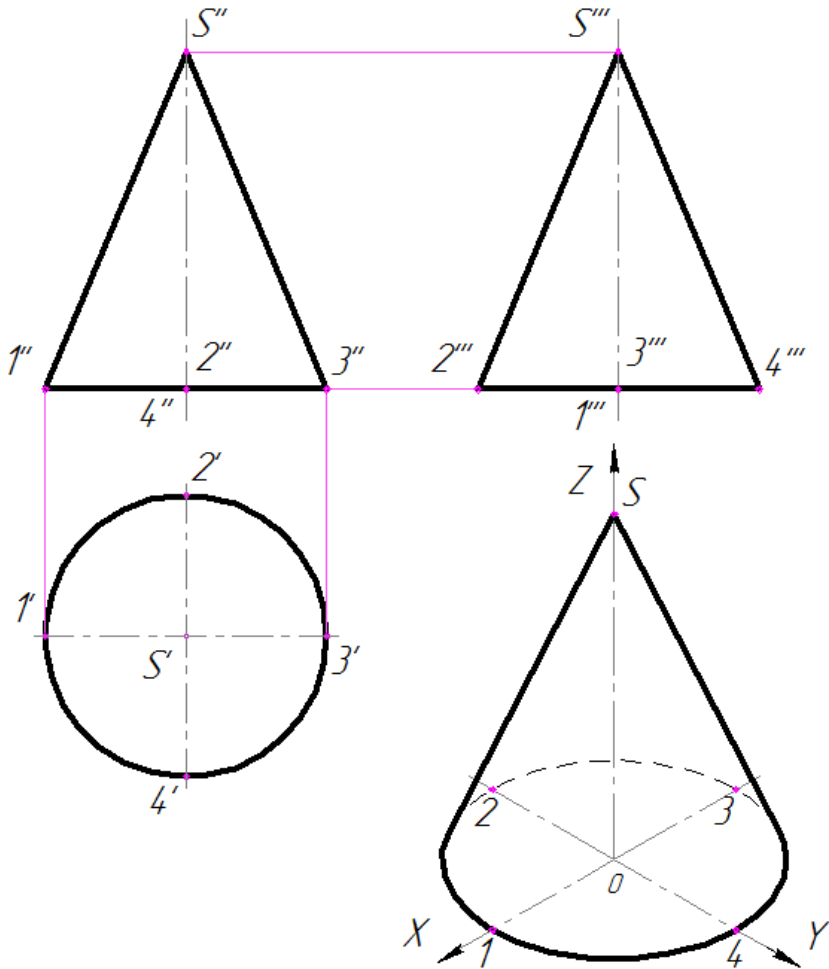


Рисунок 2.1 – Проекції конуса

З креслення видно, що горизонтальна проекція конуса є коло, а фронтальна і профільна – однакові рівнобедрені трикутники з висотою, яка дорівнює висоті конуса, а основа – дорівнює діаметру основи конуса.

3 ПОБУДОВА ПРОЕКЦІЙ ТОЧОК, РОЗТАШОВАНИХ НА ЦИЛІНДРІ

Положення точки, яка лежить на поверхні, задано, якщо відома одна проекція і показано, на якій частині цієї поверхні точка розташована.

Зазвичай вважають, що точка розташована на видимій частині поверхні.

Щоб побудувати довільну точку A на конічній поверхні слід скористатися методом допоміжної прямої (твірної - рис. 3.1) або методом січної площини α (рис. 3.2), що дає в перетині конуса окружність, яка на горизонтальну площину проєкції проєктується без спотворень, а на фронтальну та профільну площини проєкцій в прями лінії.

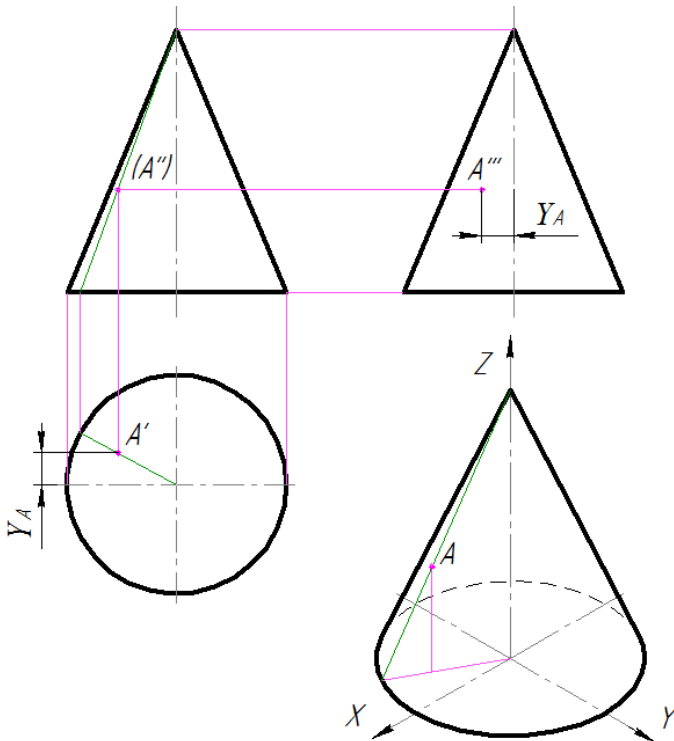


Рисунок 3.1 – Побудова проєкцій точок на поверхні конуса методом допоміжної прямої

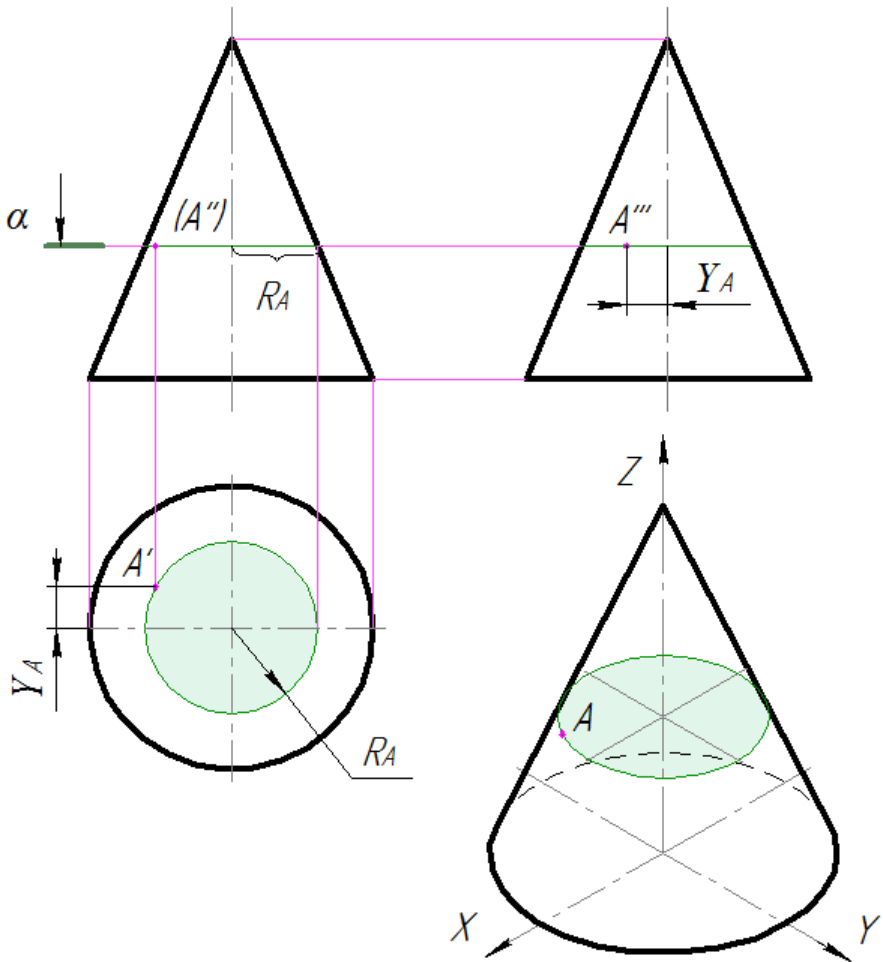


Рисунок 3.2– Побудова проєкцій точок на поверхні конуса методом січної площини α

На рисунках 3.3; 3.4 надані приклади побудови проєкцій точок, що лежать на обрисних твірних конуса.

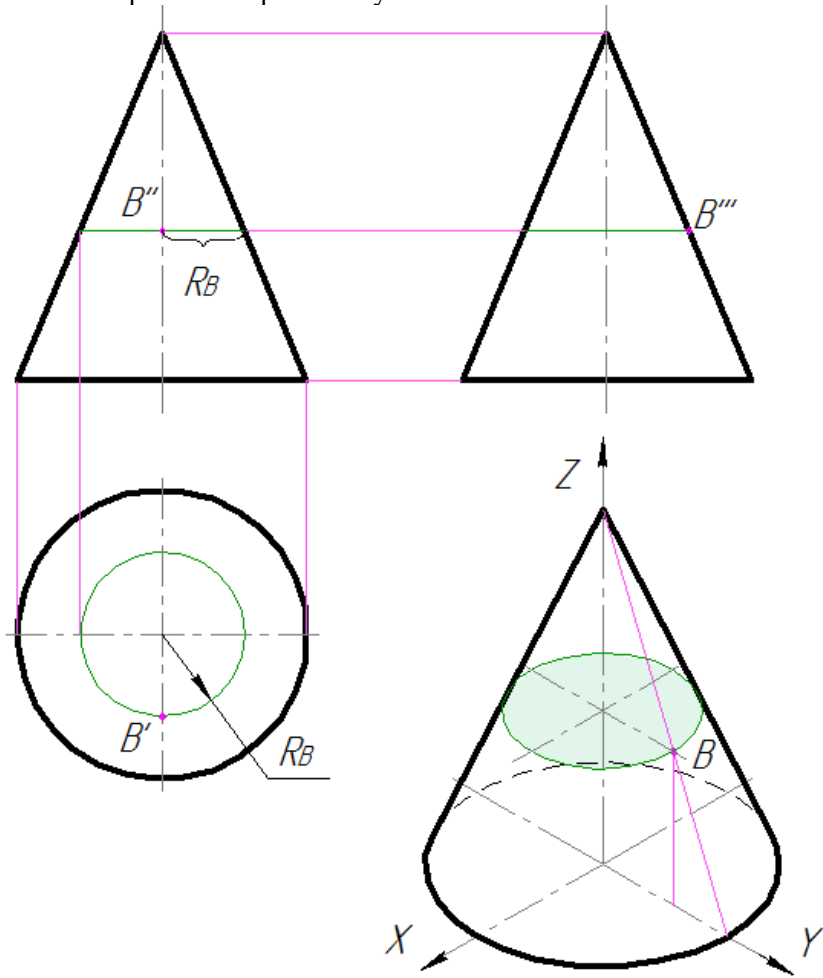


Рисунок 3.3 – Побудова проєкцій точок на поверхні конуса

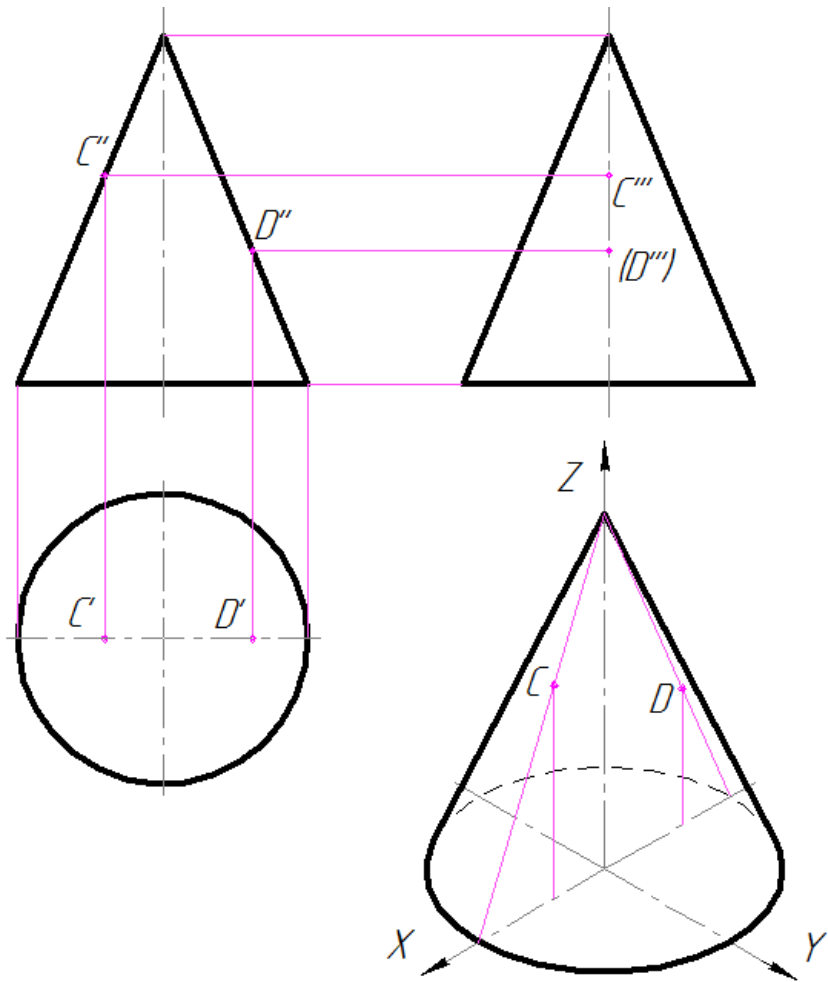


Рисунок 3.4 – Побудова проєкцій точок на поверхні конуса

4. ПЕРЕРІЗИ ПОВЕРХОНЬ КОНУСА ПРОЕКЦІЮЮЧИМИ ПЛОЩИНАМИ

4.1 Загальні відомості

При перерізі поверхонь отримуються лінії, які називають лініями перерізу. Деякі лінії перерізу (наприклад, кола основ конусів) не потребують ніяких допоміжних побудов для зображення їх проєкцій. Для отримання інших ліній перерізу необхідні допоміжні побудови з використанням поверхонь-посередників, у ролі яких, як правило, використовують площини або сфери.

Серед точок ліній перерізу відрізняють опорні і проміжні. Кожну точку лінії перерізу будують на всіх необхідних проєкціях і тільки після цього приступають до визначення наступної точки.

4.2 Переріз конуса

Від напрямку січної площини в перерізі конуса можуть бути отримані такі фігури (рис. 4.1):

- коло, якщо січна площина розташована паралельно основі конуса (рис. 4.1, *a*);
- трикутник – площина проходить через вершину конуса (рис. 4.1, *б*);

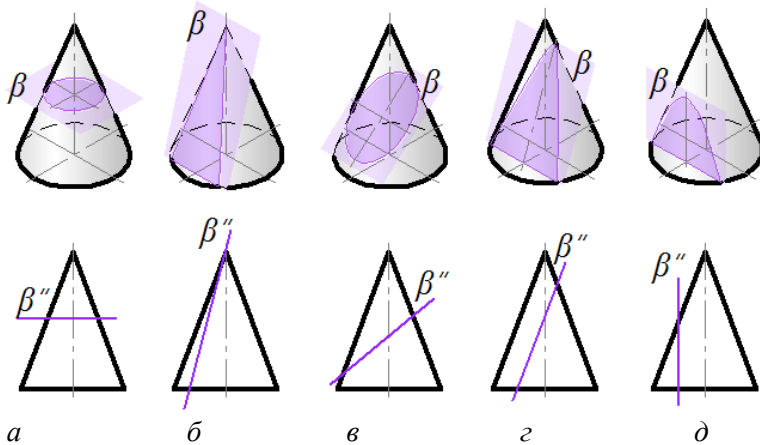


Рисунок 4.1 – Форми проєкцій фігур перерізу при перерізі конуса

- повний або зрізаний еліпс, коли січна площина нахилена до осі конуса під кутом, який більше кута нахилу твірної до осі (рис. 4.1, в). Зрізаний еліпс отримується тоді, коли площина перерізає основу конуса;

- парабола, якщо січна площина розташована паралельно твірній конуса, не проходить через його вершину і нахилена до осі конуса під кутом, який дорівнює куту нахилу твірної до осі (рис. 4.1, з);

- гіпербола – січна площина паралельна двом твірним конуса, не проходить через вершину або паралельна осі (рис. 4.1, д).

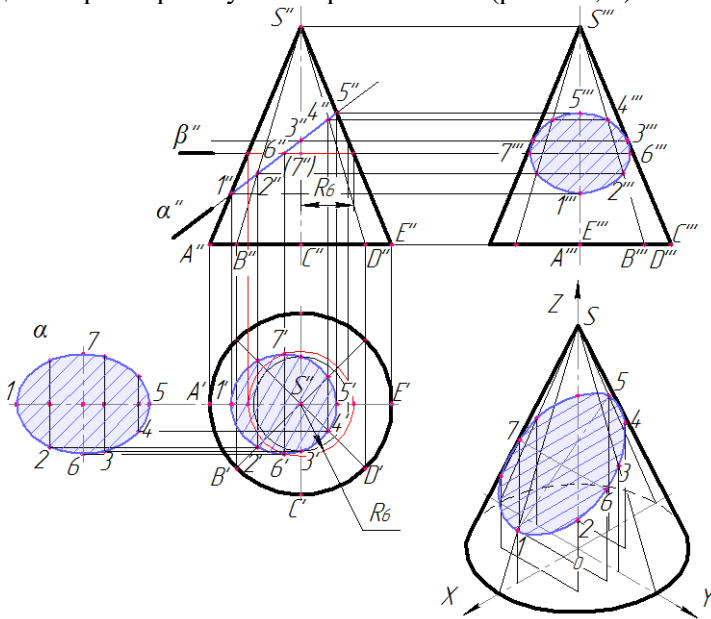


Рисунок 4.2 – Побудова проєкцій фігури перерізу на конусі

Розглянемо переріз прямого кругового конуса фронтально проєкціовальною площиною α'' (рис. 4.2).

Розділимо основу конуса на вісім частин (точки A', B', C', D', E'). Через фронтальні проєкції точок A'', B'', C'', D'', E'' і вершину S'' проводимо твірні конуса. При перерізі конуса площиною α'' отримується повний еліпс. При побудові лінії перерізу, в першу чергу, визначають її характерні точки, які є вершинами еліпса. Велика вісь еліпсу на фронтальну площину проєкцій спроектована в дійсну

величину та визначається відрізком $1''-5''$. Мала вісь спроектована на площину π_2 в точку $6'' \equiv (7'')$, яка розташована на середині відрізка $1''-5''$. Горизонтальні ($1', 2', 3', \dots$) та профільні ($1''', 2''', 3''', \dots$) проєкції точок еліпсу знаходять на перетині ліній зв'язку з відповідними проєкціями твірних. Точки за допомогою лекала сполучають в плавні криві лінії.

Побудову проєкцій точок фігури перерізу можна виконувати і за допомогою допоміжних січних площин. На рисунку 9.8, наприклад, через т. $6''$ проведена горизонтальна площина β'' . Ця площина перерізає конус за колом радіуса R_6 . На горизонтальній проєкції конуса проводять коло радіусом R_6 , а з точки $6''$ вертикальну лінію зв'язку до перетину з ним у точці $6'$. Подібно можна побудувати і інші проєкції точок без проведення твірних.

Дійсна величина фігури перерізу знайдена способом плоско-паралельного переміщення (рис. 4.2).

5 ПЕРЕТИН ПОВЕРХОНЬ КОНУСА ПРЯМИМИ ЛІНІЯМИ

5.1 Загальні принципи розв'язування задач

Пряма, яка перетинає поверхню, має звичайно з цією поверхнею дві спільні точки: точку входу і точку виходу. Точки перетину прямої з поверхнею називають точками зустрічі.

Визначення таких точок засновано на проведенні через задану пряму допоміжної площини, знаходження фігури перерізу і визначення точок перетину прямої з побудованою фігурою перерізу.

5.2 Точки перетину прямої з конусом

На рисунку 5.1 наведено приклад побудови перетину прямих окремого положення з конусом:

– пряма C – горизонталь (рис. 5.1, a). Через пряму C – проведено допоміжну горизонтальну площину γ'' , яка перерізає конус за колом. На горизонтальній проєкції лінія фігури перерізу площини γ з конусом (коло) перетинається з заданою прямою в точках A' і N' , які і є точки

перетину прямої з конусом. За лініями зв'язку отримують проєкції точок A'' , N'' :

– пряма H – горизонтально-проєкціювальна (рис. 5.1, б). Для побудови точки перетину прямої H з конусом використана твірна. Спочатку будують горизонтальну проєкцію твірної ($S'T'$), а потім її фронтальну проєкцію, яка перетинає задану пряму в т. L'' – фронтальній проєкції точки перетину прямої H з поверхнею конуса.

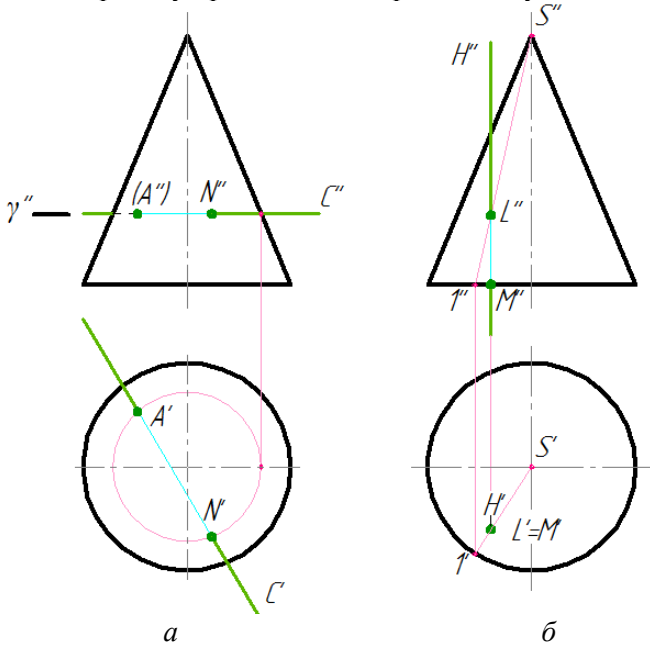


Рисунок 5.1 – Перетин прямих окремого положення з поверхнею конуса

При перетині конуса прямою лінією загального положення розв'язування задачі виконують двома способами:

– за допомогою допоміжної площини загального положення α (рис. 5.2), що проходить через вершину і задану пряму лінію AB та перерізає його за прямими лініями;

– за допомогою проєкціювальної площини. На рисунку 5.3 застосована фронтально-проєкціювальна площина β'' .

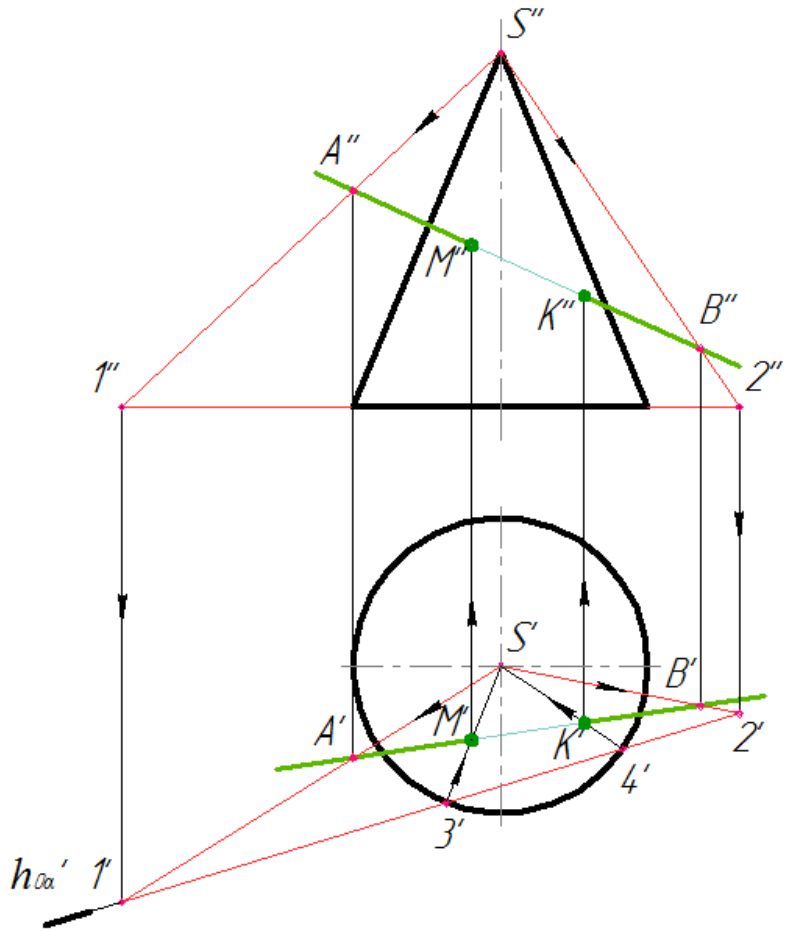


Рисунок 5.2 – Приклади побудови проєкцій точок перетину прямої лінії загального положення з поверхнею конуса

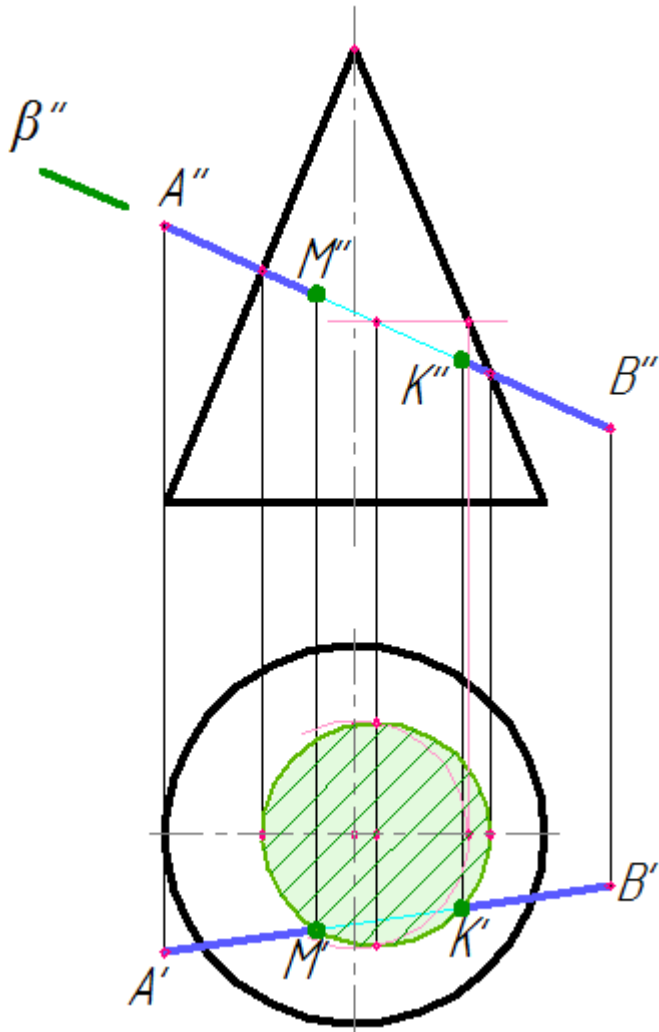


Рисунок 5.3 – Приклади побудови проєкцій точок перетину прямої лінії загального положення з поверхнею конуса

6. ПРИКЛАДИ ПРАКТИЧНОГО ЗАВДАННЯ «КОНУС З ОТВОРОМ»

Завдання:

за двома заданими (фронтальною та горизонтальною) проєкціями конуса з наскрізним отвором побудувати профільну проєкцію (рис. 6.1, *a*);

- побудувати натуральну фігуру перерізу горизонтально-проєктувальною або фронтально-проєктувальною площиною;
- побудувати аксонометричне зображення конуса з наскрізним отвором.

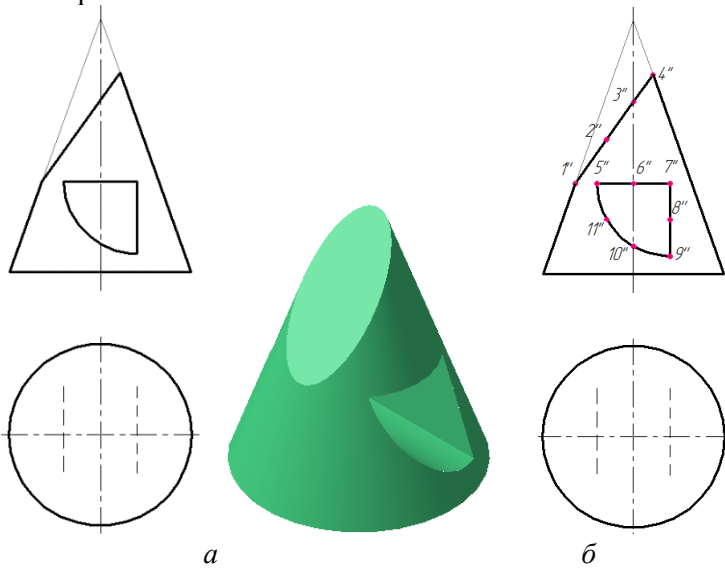


Рисунок 6.1 – Завдання до прикладу «Конус з отвором»

Побудову (рис. 6.1, *б*) починають з визначення точок на зрізі (точки $1'' - 4''$) та на отворі (точки $5'' - 11''$). Будують профільну проєкцію конуса.

Точки $1''$ та $4''$ лежать на бічних твірних конуса (рис. 6.2), тому горизонтальні проєкції $1'$ та $4'$ шукають на горизонтальній осьовій лінії проєкції. Профільні проєкції $1'''$ та $4'''$ – на вертикальній осьовій лінії проєкції.

Проекції інших точок знаходять методом січних площин (рис. 6.3 – 6.7).

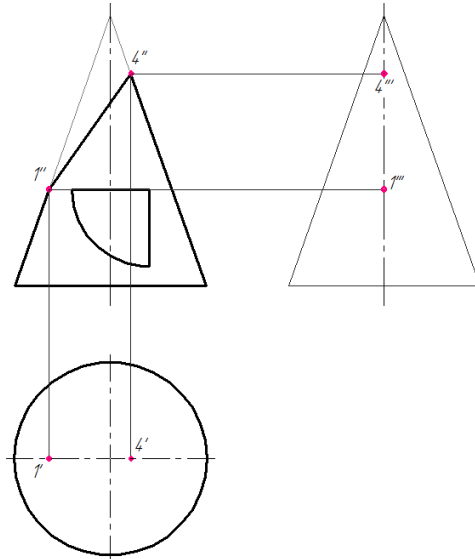


Рисунок 6.2 – Побудова проєкцій точок 1 та 4 конуса

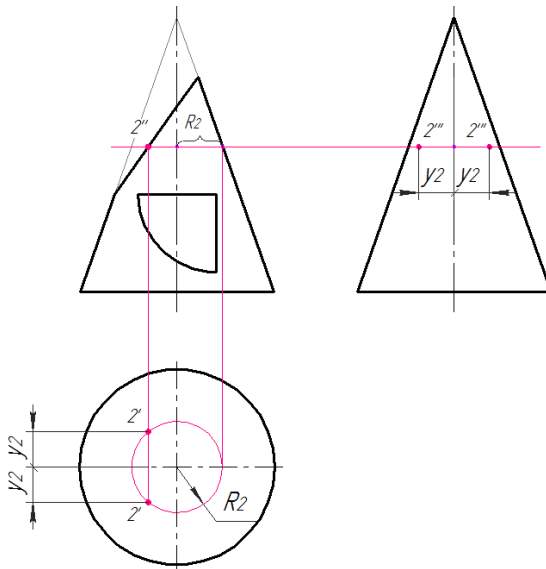


Рисунок 6.3 – Побудова проєкцій точок конуса

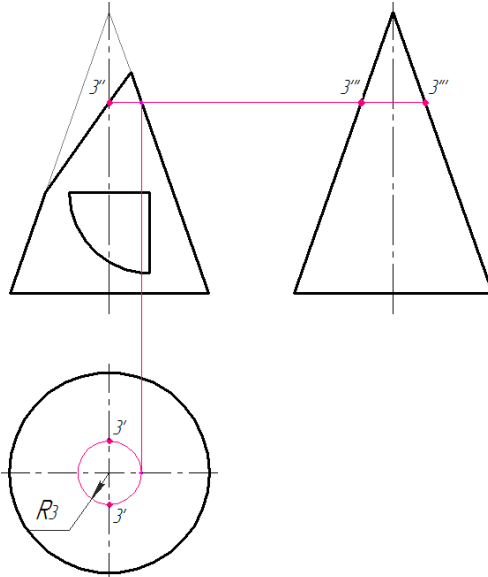


Рисунок 6.4 – Побудова проєкцій точок конуса

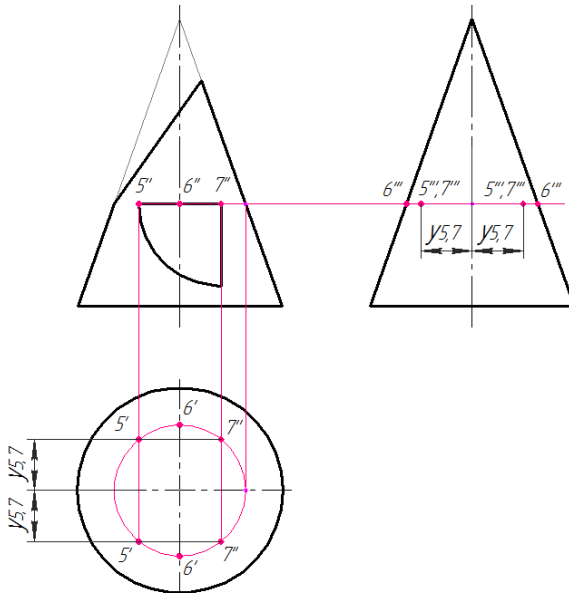


Рисунок 6.5 – Побудова проєкцій точок конуса

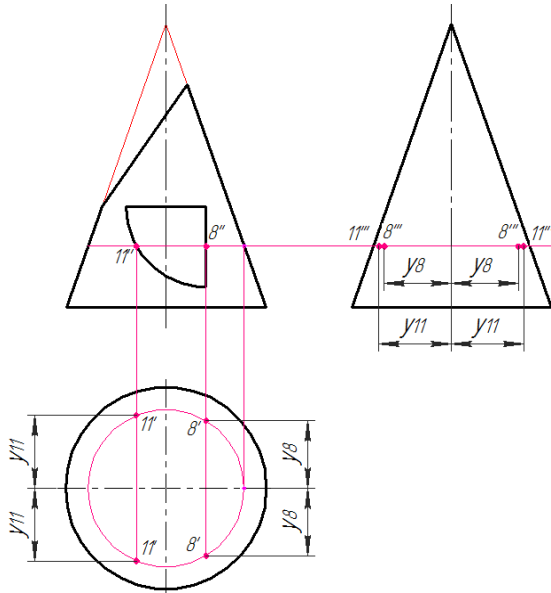


Рисунок 6.6 – Побудова проєкцій точок конуса

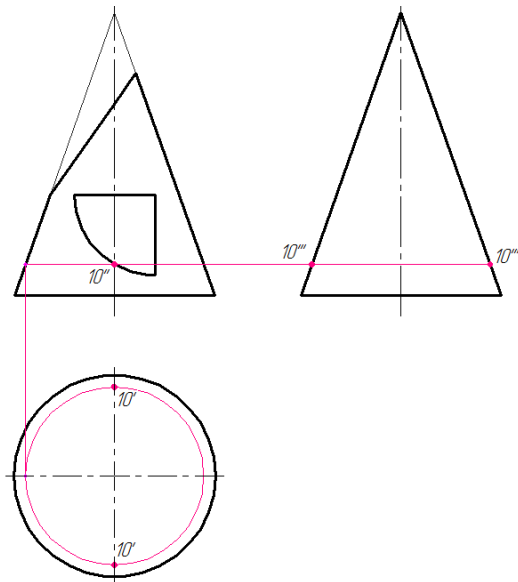


Рисунок 6.7 – Побудова проєкцій точок конуса

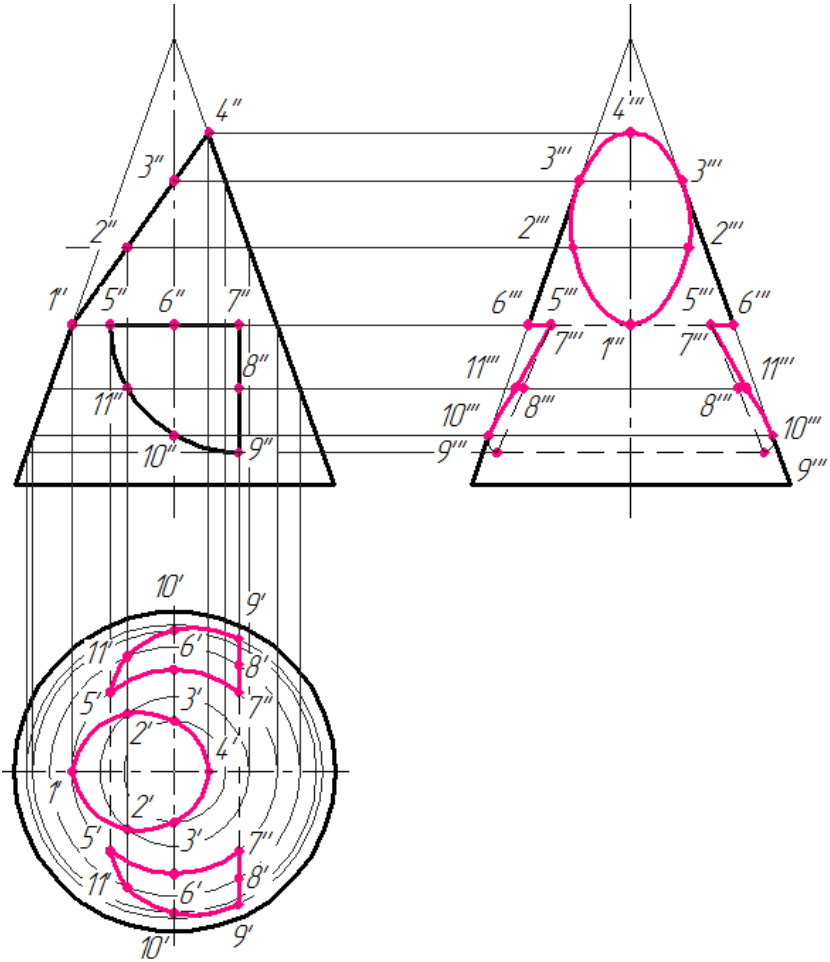


Рисунок 6.8 – Побудова профільної проєкції конуса

Профільну проєкцію зрізаного конуса з отвором (рис. 6.8) отримують послідовним з'єднанням профільних проєкцій всіх точок. Невидимі лінії отвору показують штриховою лінією.

Побудову перерізу $A-A$ фронтально-проектувальною площиною (рис 6.9, а) починають з визначення точок на лінії перерізу (рис 6.9, б)

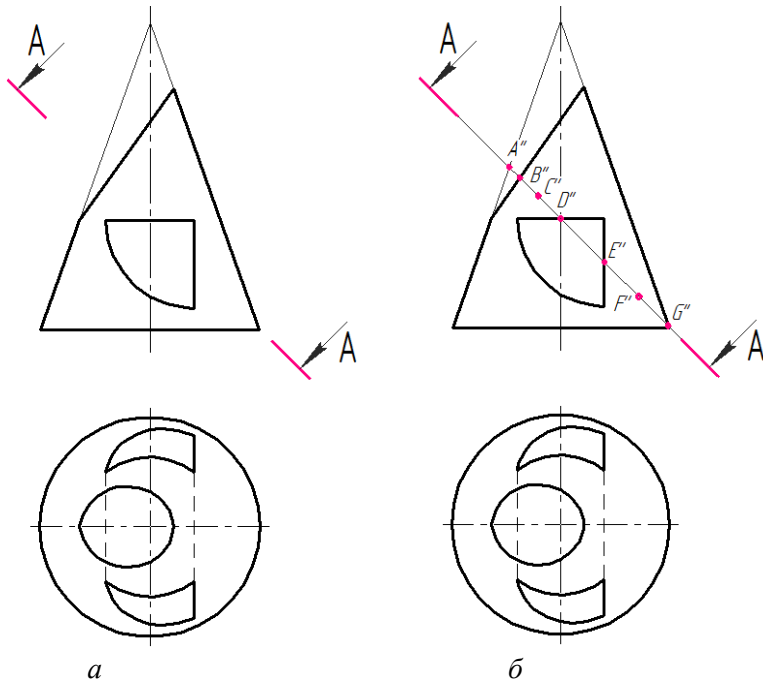


Рисунок 6.9 – Визначення точок на лінії перерізу конуса

Спочатку визначаються горизонтальні проєкції зазначених точок (рис. 6.10, *a*), які визначають горизонтальну проєкцію фігури перерізу (рис. 6.10, *б*).

Точка *A* лежить на бічній твірній конуса (рис. 6.10, *a*), тому горизонтальну проєкцію *A'* шукають на горизонтальній осьовій лінії проєкції.

Точка *G* лежить на основі конуса (рис. 6.10, *a*), тому горизонтальну проєкцію *G'* шукають на горизонтальній проєкції основи конуса – на колі.

Точки *B* та *D* лежать на зрізі та отворі (рис. 6.10, *a*), тому горизонтальні проєкції цих точок *B'* та *D'* шукають на горизонтальній проєкції відповідних поверхонь.

Горизонтальні проєкції точок *C*, *E*, *F* знаходять методом січних площин (рис. 6.10, *б*).

Послідовним з'єднанням побудованих проєкцій точок отримують горизонтальну проєкцію фігури перерізу (рис. 6.11).

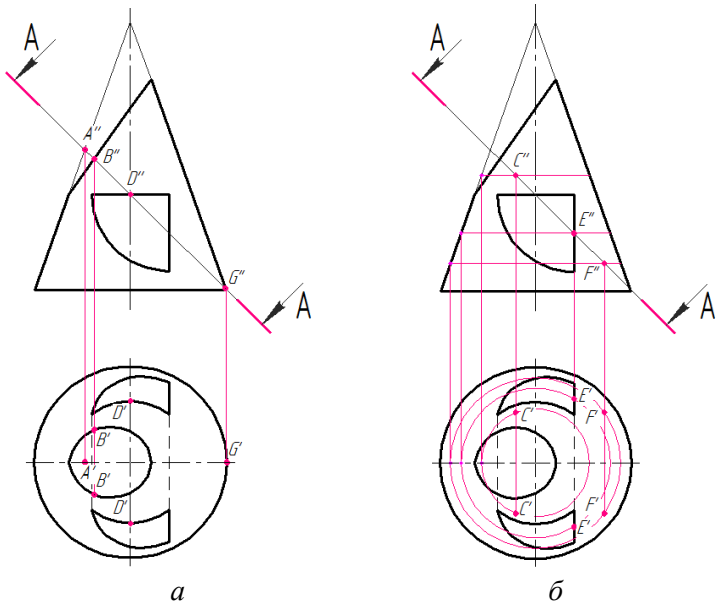


Рисунок 6.10 – Визначення точок на лінії перерізу конуса

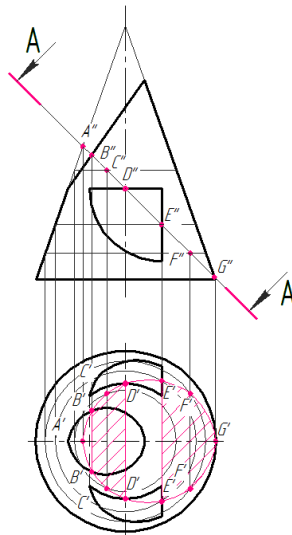


Рисунок 6.11 – Визначення горизонтальної проєкції фігури перерізу

Побудова дійсної величини фігури перерізу подана на рисунках 6.12 – 6.14.

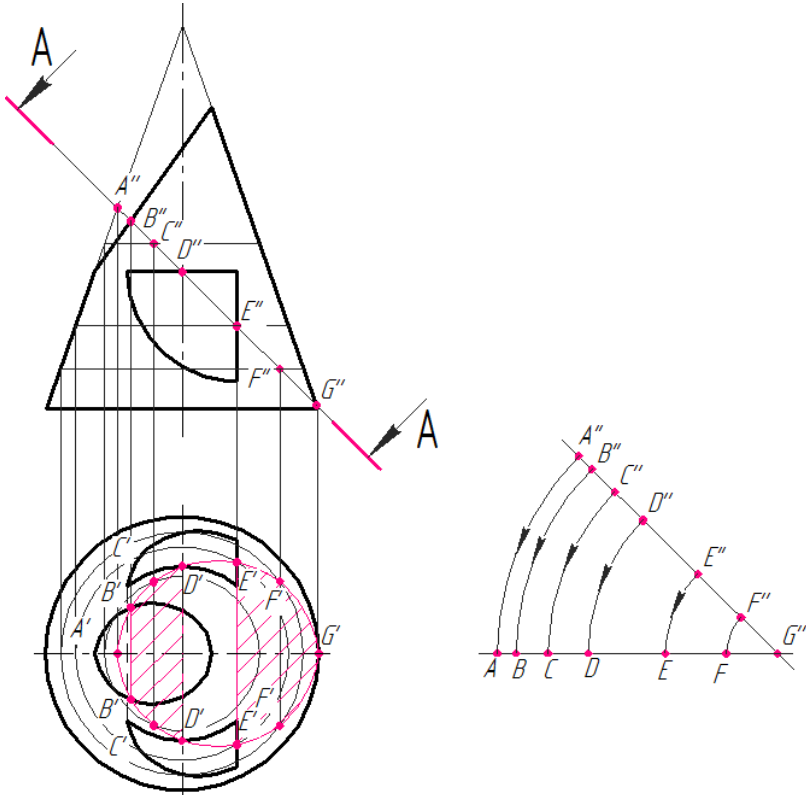


Рисунок 6.12 – Визначення дійсної фігури перерізу конуса

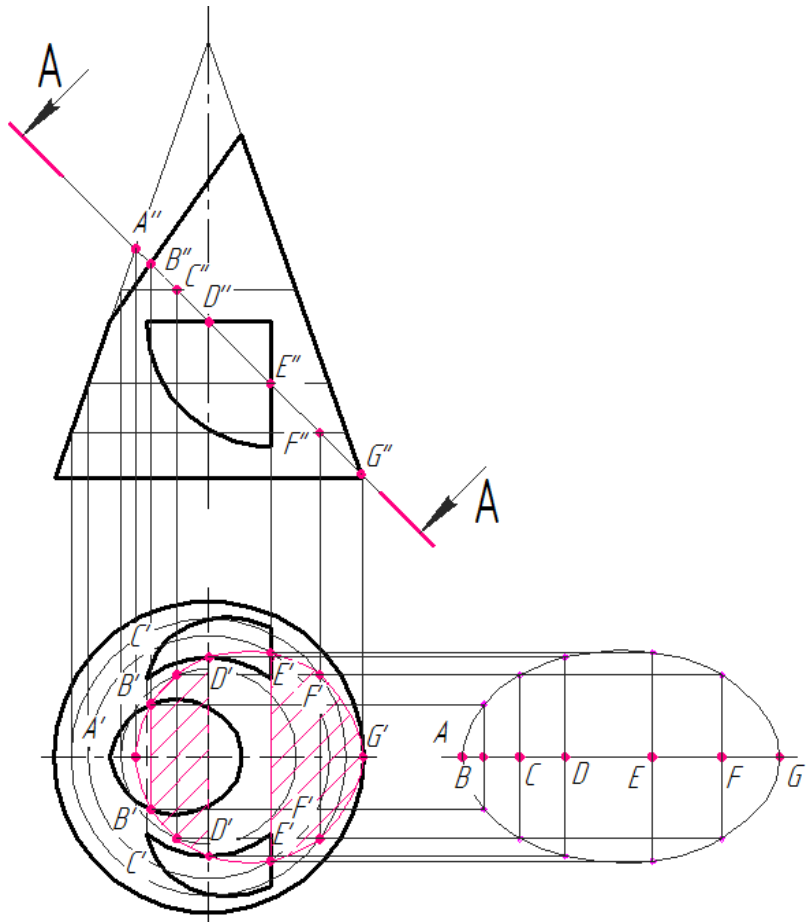


Рисунок 6.13 – Визначення дійсної фігури перерізу конуса

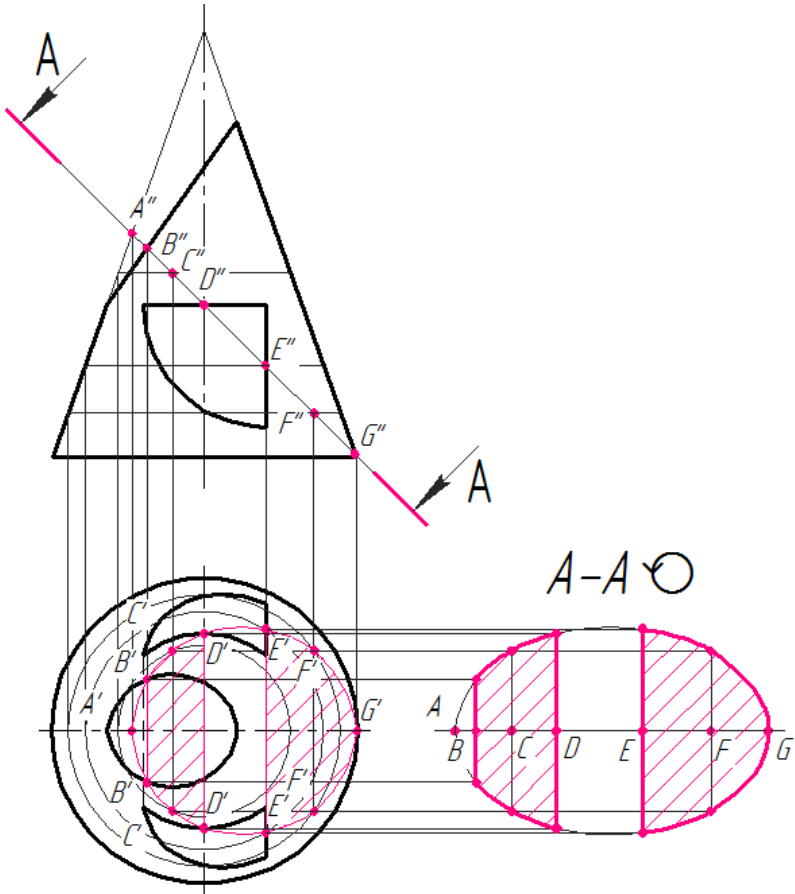


Рисунок 6.14 – Визначення дійсної фігури перерізу конуса

Аналогічно виконують побудову перерізу **Б-Б**, горизонтально-проектувальною площиною. Визначають точки на лінії перерізу (рис 6.15, *a*).

Далі визначаються фронтальні проєкції зазначених точок (рис 6.15, *б*; 6.16, *a*, *б*), які визначають фронтальну проєкцію фігури перерізу (рис 6.17).

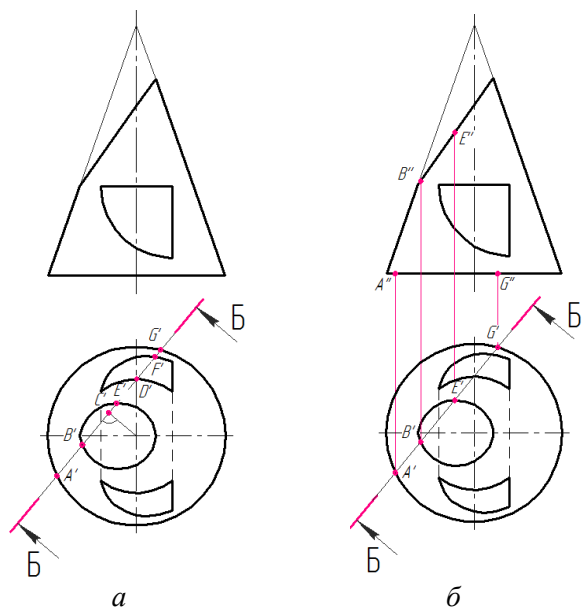


Рисунок 6.15 – Визначення точок на лінії перерізу конуса

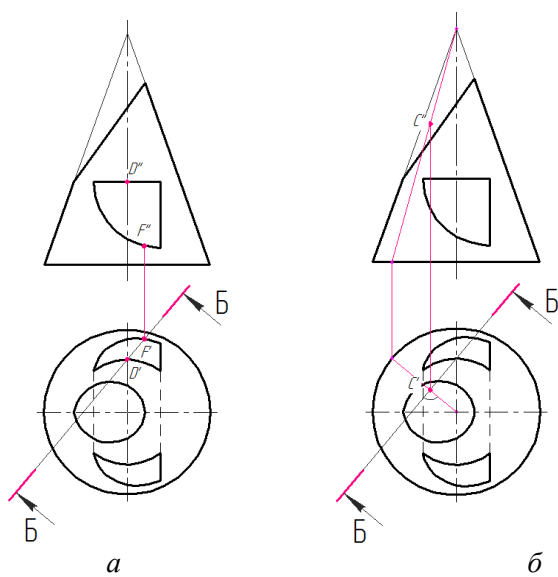


Рисунок 6.16 – Визначення точок на лінії перерізу конуса

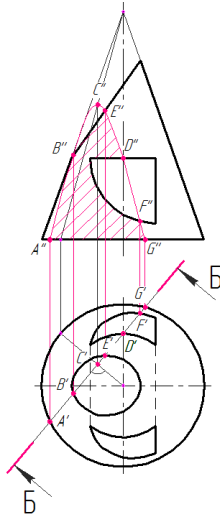


Рисунок 6.17 – Визначення фронтальної проєкції фігури перерізу

На рисунках 6.18, 6.19 подана послідовність побудови дійсної фігури перерізу.

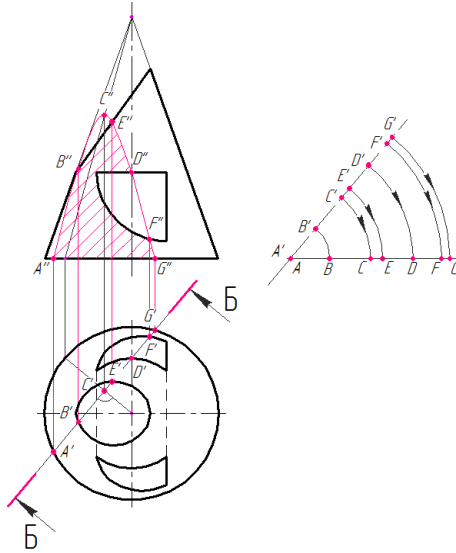


Рисунок 6.18 – Визначення дійсної фігури перерізу конуса

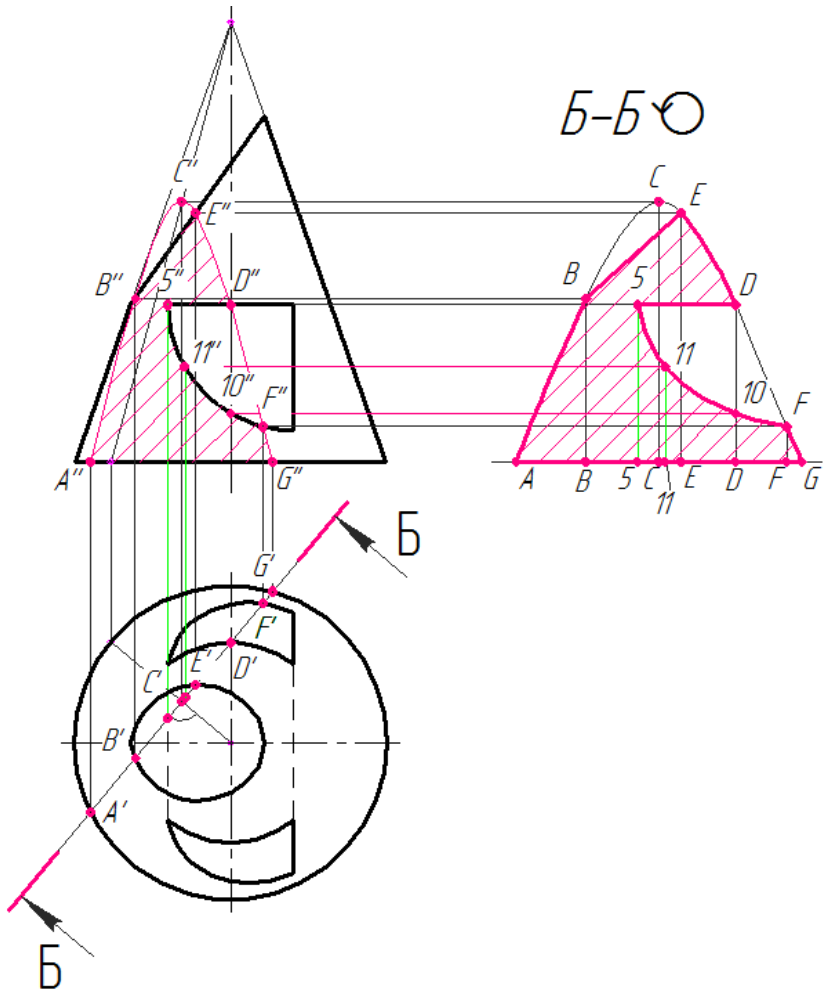


Рисунок 6.19 – Визначення дійсної фігури перерізу конуса

Аксонетричне зображення конуса будується у прямокутній ізометрії, аксонетричні осі якої утворюють між собою кут 120° відповідно ДСТУ ГОСТ 2.317:2014.

Починають з побудови основи конуса. В ізометрії коло проєктується у вигляді еліпса. Послідовність побудови еліпса показана на рисунках 6.20, 6.21).

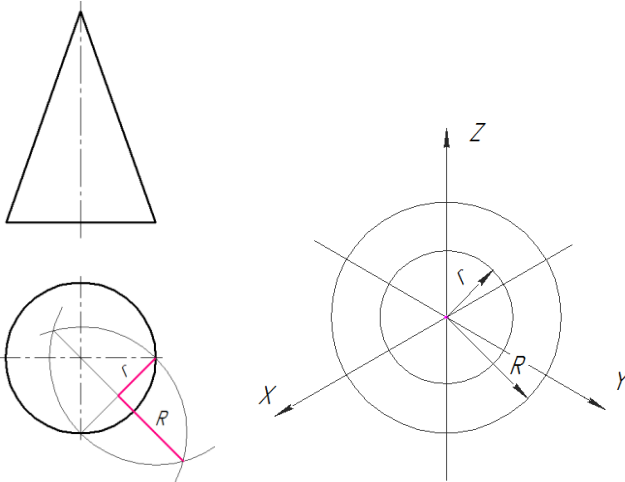


Рисунок 6.20 – Послідовність побудови еліпса

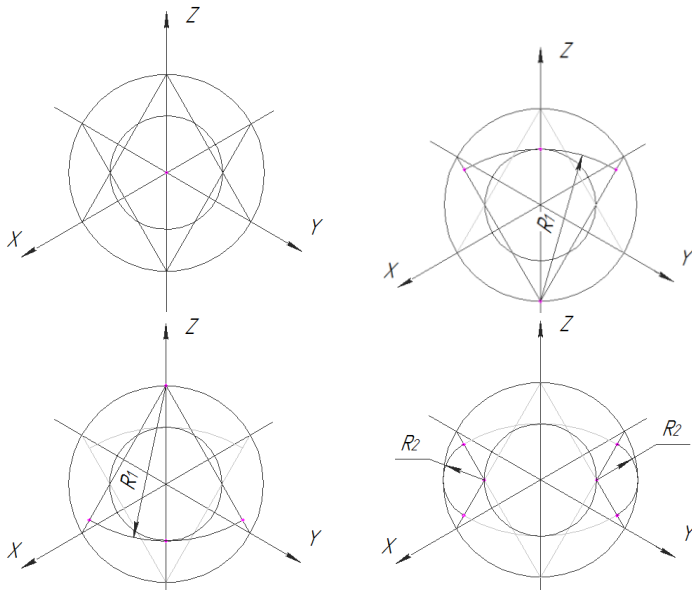


Рисунок 6.21 – Послідовність побудови еліпса

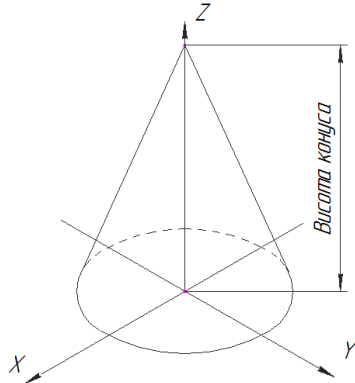


Рисунок 6.22 – Ізометрична проєкція конуса

З точки центру еліпса по осі Z відкладають висоту конуса та з отриманої вершини проводять дотичні лінії до основи конуса (рис 6.22).

Побудову ізометрії точок виконують координатним методом (рис 6.23 – 6.29).

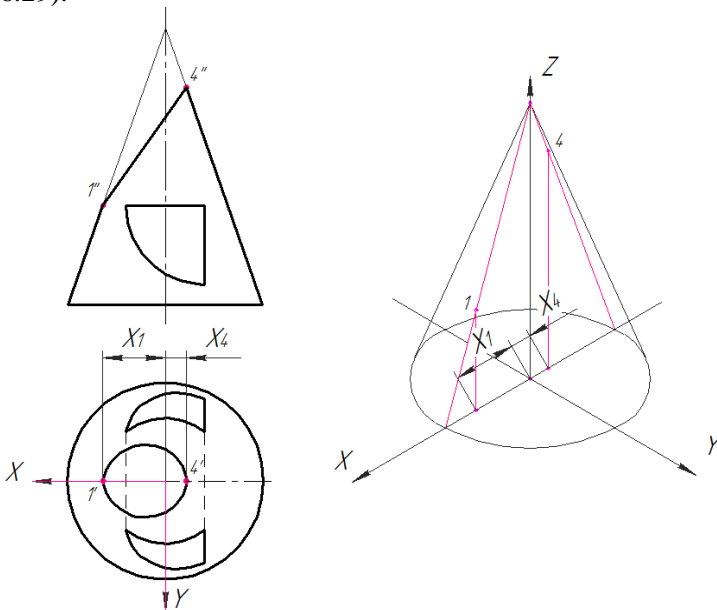


Рисунок 6.23 – Побудова ізометрії точок

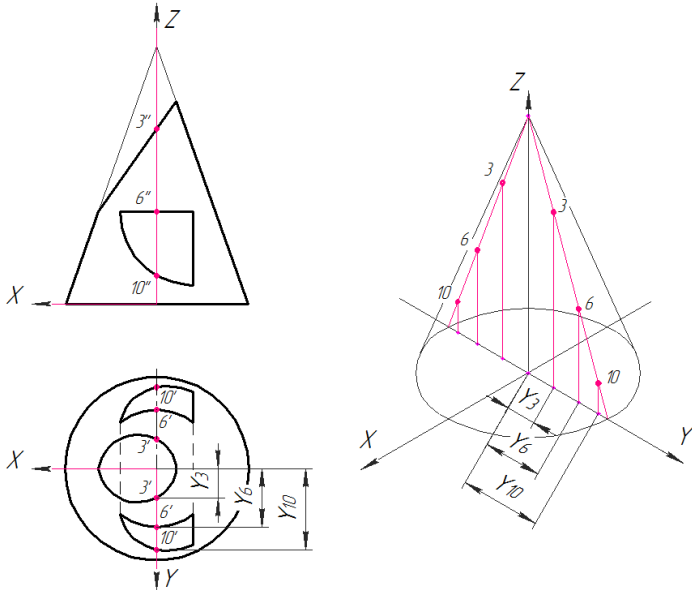


Рисунок 6.24 – Побудова ізометрії точок

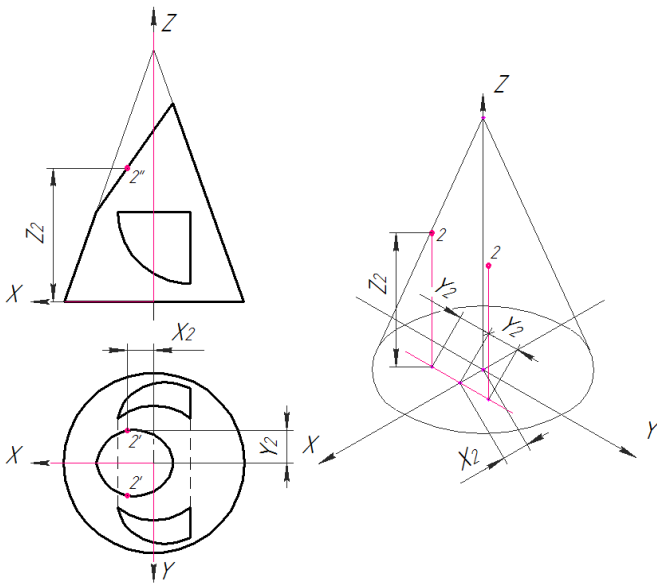


Рисунок 6.25 – Побудова ізометрії точок

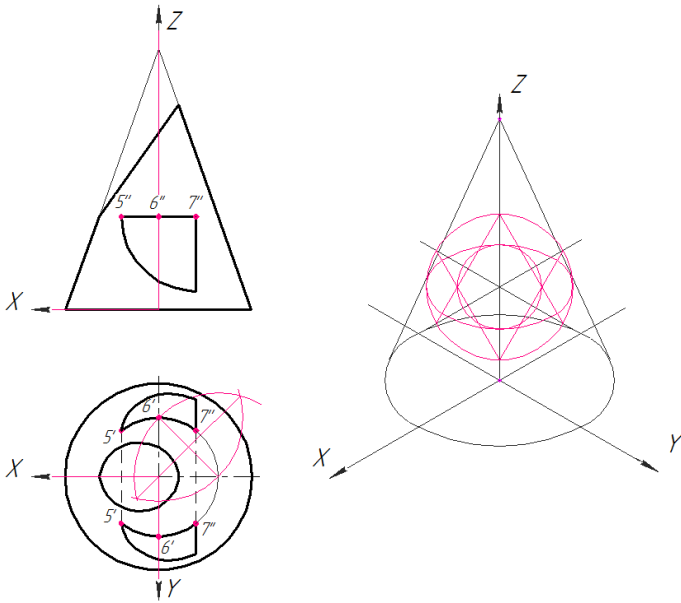


Рисунок 6.26 – Побудова ізометрії точок

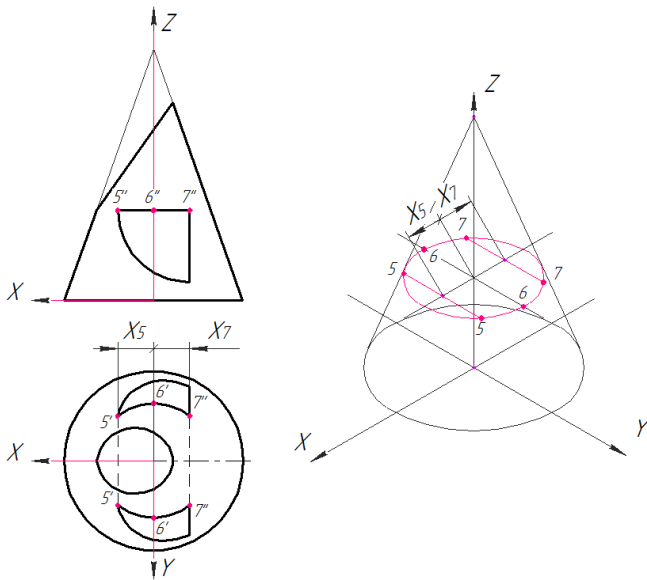


Рисунок 6.27 – Побудова ізометрії точок

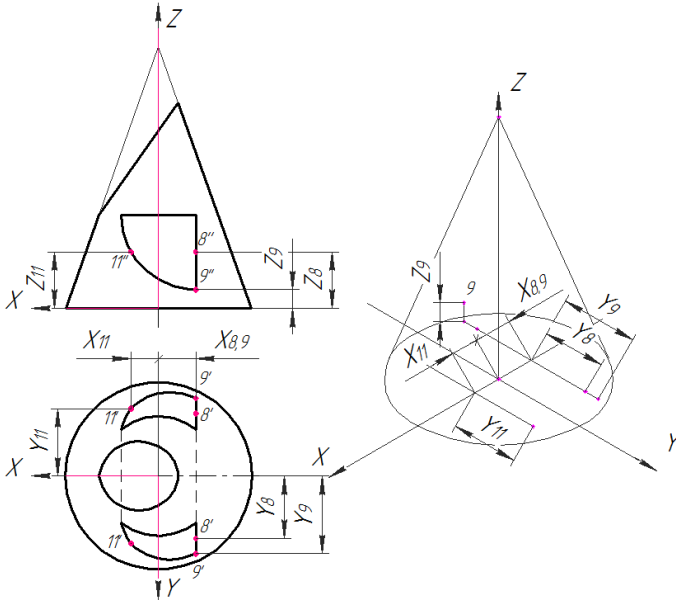


Рисунок 6.28 – Побудова ізометрії точок

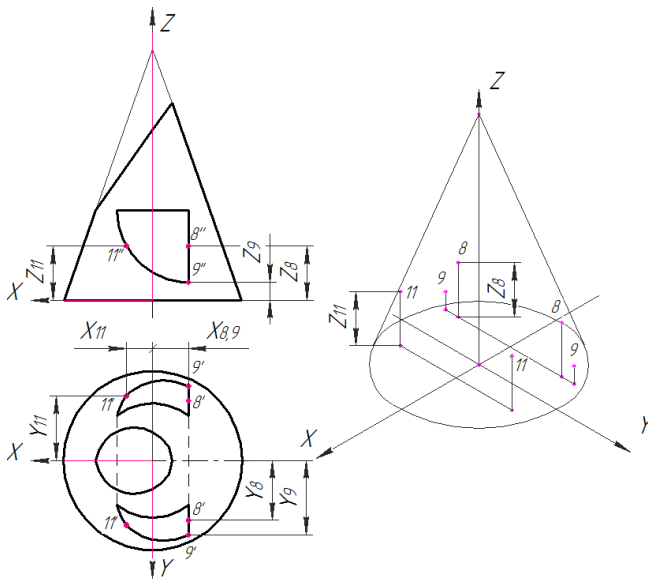


Рисунок 6.29 – Побудова ізометрії точок

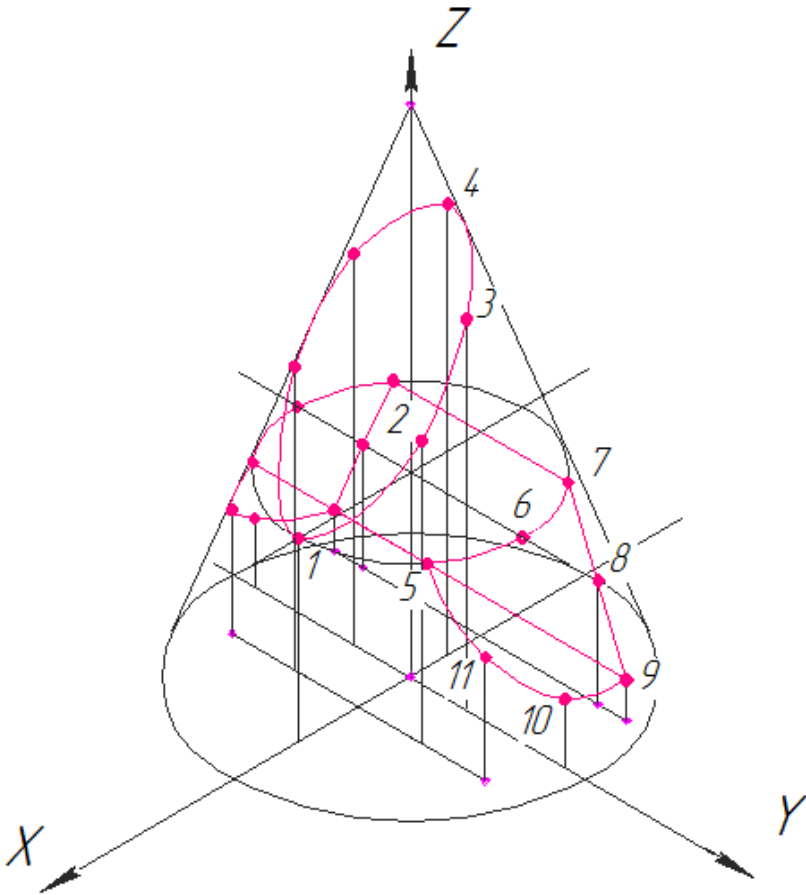


Рисунок 6.30 – Побудова ізометрії точок

Послідовно з'єднують всі отримані ізометричні проєкції точок (рис 6.30). Невидимі лінії отвору та основи конуса показують штриховою лінією (рис 6.31).

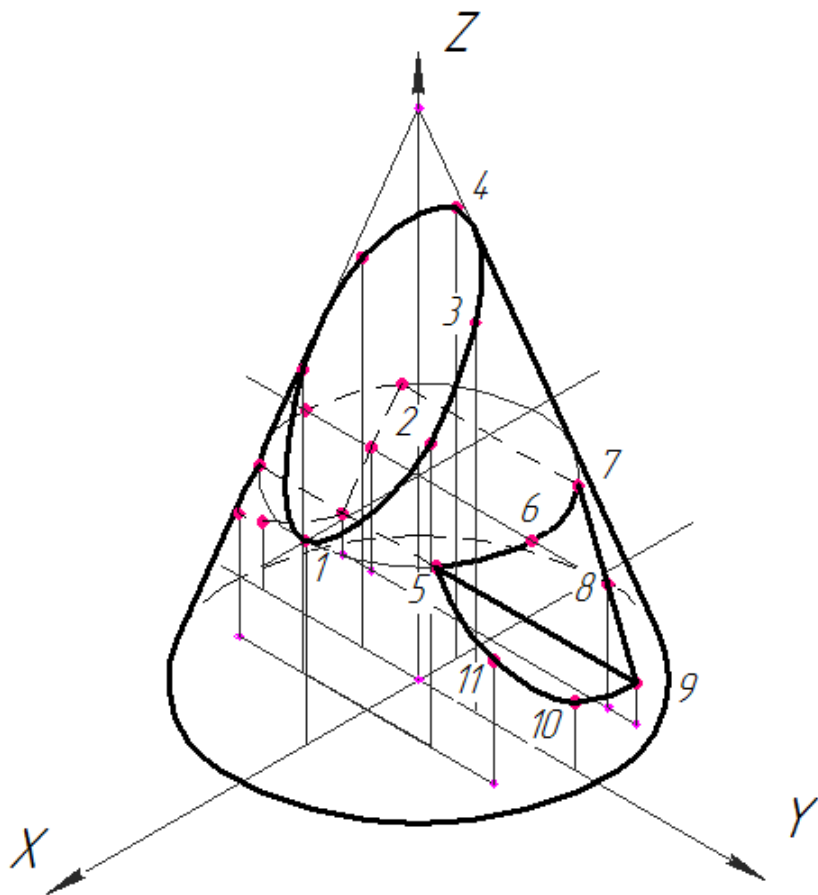


Рисунок 6.31 – Ізометрична проєкція конуса

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Як утворюються поверхні обертання?
2. Які умови належності точки поверхні?
3. Як побудувати проекції точок, що знаходяться на поверхні конуса?
4. Які точки треба визначити для побудови лінії перетину поверхні конуса з площиною?
5. З якою метою застосовуються проміжні точки при визначенні лінії перетину площини з поверхнею?
6. По якій лінії перетинається площина з конусом? Як проєкціюється ця лінія на площини проєкцій?
7. Як визначається видимість лінії перетину поверхні з отвором?

ВИКОРИСТАНА ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Чермних І.О., Нестеренко В.І., Краєвська О.О, Адашевська І.Ю., Сілічев А.В. Основи інженерної графіки з елементами професійного конструювання: підручник. Київ: Кондор, 2020. 240°с.
2. Бовкун С.А., Скоробогата М.В., Корнієнко О.Б. Нарисна геометрія. Поверхні: навч.посіб. Запоріжжя, 2020. 134 с.
3. Лютова О.В., Скоробогата М.В., Бовкун С.А. Вплив технологічних особливостей виготовлення деталей на методику нанесення розмірів: навч.посіб. Запоріжжя, 2018. – 88 с.
4. Бажміна Е.А., Шаломєєв В. А. Практичні роботи з нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки. Частина 1: навч. посіб. Запоріжжя, 2016. 66 с.
5. Гавров Є.В. Елементи нарисної геометрії: курс лекцій. Запоріжжя, 2004. 181 с.
6. Антонович Є.А., Василишин Я.В., Фольта О.В. Нарисна геометрія. Практикум: навч. посібник. / під заг. ред. Є.А. Антонович. Львів: Світ, 2004. 528 с.
7. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка: підручник / під заг. ред. В.Є. Михайленко. Київ: Каравела, 2010. 360 с.
8. Михайленко В.Є., Євстіфєєв М.Ф., Ковальов С.М., Кащенко О.В. Нарисна геометрія: підручник / під заг. ред. В.Є. Михайленко. Київ: Видавничий дом «Слово», 2013. 304 с.
9. Хаскін А.М. Креслення: підручник. Київ: Вища школа, 1976. 436 с.
10. ДСТУ ISO 128-30:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 30. Основні положення про види. Київ, 2006. 8с.
11. ДСТУ ISO 128-34:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 34. Види на машинобудівних креслениках. Київ, 2007. 17 с.
12. ДСТУ ISO 128-40:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 40. Основні положення про розрізи та перерізи. Київ, 2007. 11 с.

13. ДСТУ ISO 128-44:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 44. Розрізи та перерізи на машинобудівних креслениках. Київ, 2006. 13 с.

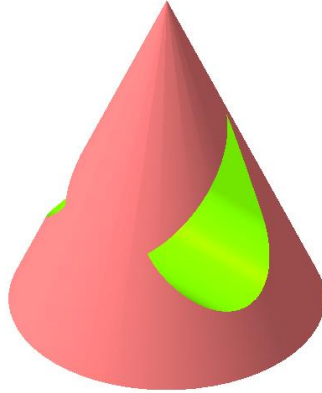
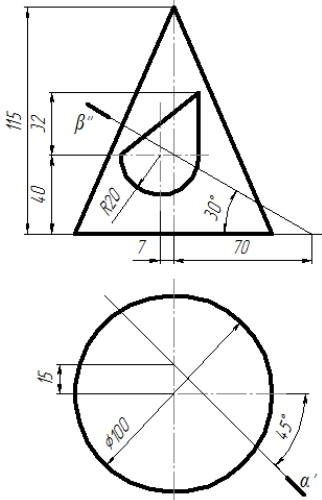
14. ДСТУ ISO 128-50:2005 Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. Частина 50. Основні положення про зображення розрізів і перерізів. Київ, 2006. 10 с.

15. ДСТУ ISO 129 – 1:2007 «Кресленики технічні. Проставлення розмірів і допусків. Частина 1. Загальні принципи». Київ, 2010. 29 с.

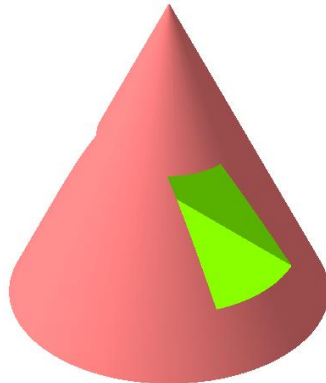
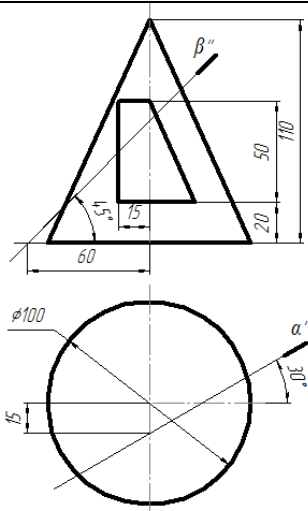
Додаток А

Таблиця А.1 – Варіанти завдань до теми: «Конус з отвором»

Варіант 1

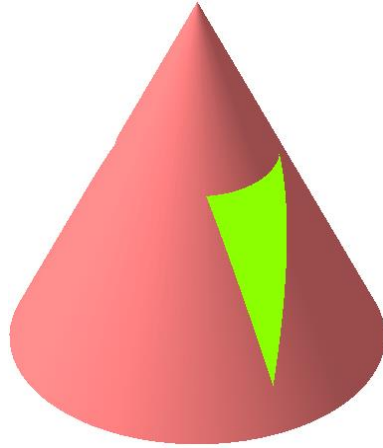
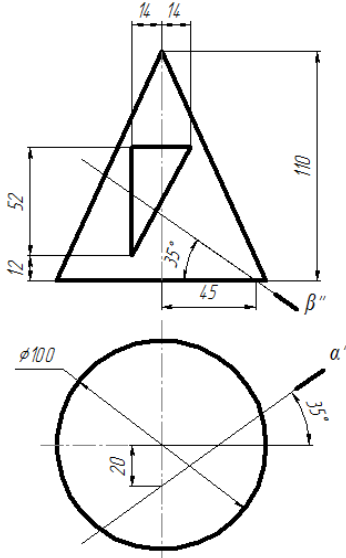


Варіант 5

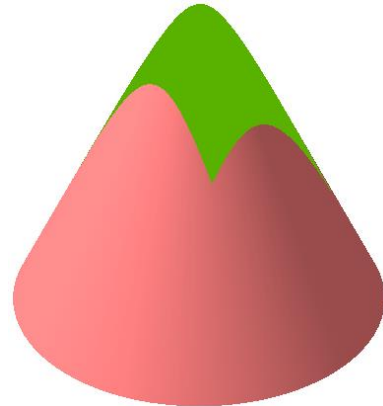
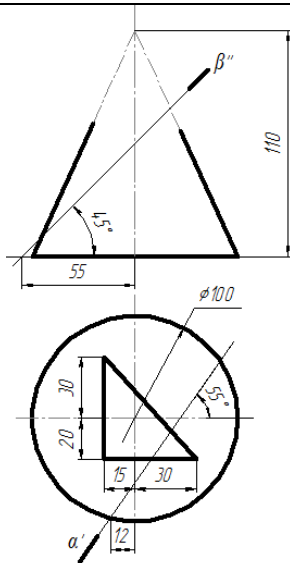


Продовження табл. А.1

Варіант 10



Варіант 14



Продовження табл. А.1

Варіант 17

