

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Запорізький національний технічний університет

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни **“Комп’ютерне моделювання”**

для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(освітня програма «Технології машинобудування»)

усіх форм навчання

Конспект лекцій з дисципліни “Комп’ютерне моделювання” для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» (освітня програма «Технології машинобудування») усіх форм навчання / Укл. О. Б. Козлова – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 – 58 с.

Укладач: Козлова О. Б., к.т.н., доцент кафедри ТМБ.

Рецензент: Логомінов В. О., к.т.н., доцент кафедри ТМБ

Відповідальний за випуск: Дядя С. І., к.т.н., доцент, зав. каф.
ТМБ

Затверджено на засіданні кафедри
«Технологія машинобудування»
Протокол № 1
від 21 серпня 2018 р.

Рекомендовано до видання
НМК МФ
Протокол № 1 від 12.09.2018 р.

ЗМІСТ

Лекція 1 Вступ. Початок роботи в програмі. Створення ескізів.....	4
Лекція 2 Створення моделей	15
Лекція 3 Побудова конструктивних елементів.....	23
Лекція 4 Допоміжна геометрія. Студія форми.....	36
Лекція 5 Створення листового тіла.....	43
Лекція 6 Створення креслень	46
Лекція 7 Створення збірки.....	52
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	58

Лекція 1

Вступ. Початок роботи в програмі. Створення ескізів

Геометричне моделювання в **UNIGRAPHICS** дає конструктору можливість швидко виконати як концептуальний проект, так і детальне проектування. Використовується підхід, заснований на типових елементах форми, типових операціях ескізах, що дає можливість створити і інтерактивно редагувати складну твердотільну модель. Твердотільне моделювання дає конструктору метод моделювання, який інтуїтивно легше і зрозуміліше, ніж традиційне дротове і поверхневе моделювання [1].

Старі CAD системи використовували методи проектування каркаса кривих і поверхонь. Така модель могла редагуватися, але повністю втрачала інформацію про взаємозв'язок геометричних елементів, які брали участь в побудові твердого тіла.

Пізніші параметричні системи ввели методу побудови моделі, що зберігають співвідношення між елементами геометрії. Така техніка заснована на явному введенні геометричних обмежень і параметрів, використовуваних в процесі побудови моделі. Такий підхід більш розумний, але може також натрапити на обмеження. Обмеження не допускають такі зміни конструкції, що не були заздалегідь сплановані. Параметрична техніка заснована на використанні ескізів і операцій їх витягування і не володіє повним набором методів конструювання і редагування.

Модуль геометричного моделювання в **UNIGRAPHICS** реалізує новий підхід, що поєднує традиційне і параметричне моделювання. Це дає користувачеві свободу у виборі методів побудови в найкращій мірі відображають його потреби. Іноді цілком досить каркасної моделі і немає необхідності в більш складному твердому тілі. Однак одночасно в системі присутній багатий набір методів параметричного і традиційного твердотільного моделювання. Всі разом дає можливість швидко створити і легко управляти реалістичною твердо котельної моделлю [1, 2].

Після того, як модель побудована, вона може бути відредагована в техніці управління параметрами, навіть якщо в її побудові і не використовувалися ескізи. Система здатна накласти на модель автоматичні обмеження, однак такі обмеження працюють, як

би другим планом і можуть бути легко подолані прямим редагуванням моделі. За допомогою такого підходу вдається уникнути ситуації, коли не користувач управляє системою, а вона диктує йому свої умови. Цей недолік властивий чисто параметричних систем моделювання.

Переваги твердотільного моделювання

- багатий набір типових методів побудови твердого тіла;
- можливість управління моделлю за допомогою зміни параметрів;
- легкість редагування;
- висока продуктивність;
- можливість концептуального проектування;
- краща візуалізація моделі, можливо півтонування;
- більш інтуїтивне конструювання;
- модель створюється за меншу кількість кроків;
- можливість створення «майстер-моделі», здатної надавати інформацію в такі додатки як креслення і програмування для верстатів з ЧПУ;
- автоматичне оновлення креслення, програми для верстата і т.д. при зміні геометричної моделі;
- простий і точний спосіб оцінки масово-інерційних характеристик моделі.

Ви можете використовувати ескізи для швидкого завдання і визначення розмірів для будь-якої плоскої геометрії. Ескіз може бути витягнутий, повернутий або протягнутий уздовж довільно заданої напрямляє. Всі ці операції призводять до побудови твердого тіла. Надалі ви можете змінити розміри ескізу, поміняти на ньому розмірні ланцюжки, змінити накладені на нього геометричні обмеження. Всі ці зміни призведуть до модифікації як самого ескізу, так і твердого тіла, яке на ньому побудовано.

Моделювання на базі типових елементів і операцій

Використовуючи метод типових елементів і операцій, ви можете легко створити складне тверде тіло, що має отвори, кишені, пази і інші типові елементи. Після створення геометрії у вас є можливість прямого редагування будь-якого з використаних елементів. Наприклад, ви можете змінити діаметр і глибину раніше заданого отвори.

Асоціативність

Асоціативність - термін, який використовується для того, щоб вказати на взаємозв'язок елементів геометричної моделі. Ці залежності встановлюються автоматично, у міру створення геометричної моделі. Наприклад, наскрізний отвір автоматично асоціюється з двома гранями твердого тіла. Після цього будь-які зміни цих граней автоматично викликають зміни отвір, так що його властивість «протикати» модель наскрізь збережеться.

Позиціонування типових елементів

Ви можете використовувати функції розмірного позиціонування елементів для того, щоб правильно визначити їх положення на твердому тілі. Позиційна розміри так само мають властивість асоціативності і допоможуть зберегти вам цілісність опису моделі при її подальшому редагуванні. Крім того, ви можете змінювати положення елементів простим редагуванням розмірів.

Довідкові типові елементи

Ви можете створювати такі посилальні елементи, як координатні осі і площини. Ці елементи зручно використовувати для орієнтації і позиціонування інших типових елементів. Координатні площини, наприклад, зручно використовувати для завдання положення ескізу. Координатна вісь може використовуватися як вісь обертання, або як пряма до якої задається розмір. Все посилальні елементи зберігають властивість асоціативності.

Вирази

Ви можете додати в свою модель необхідні вам співвідношення, використовуючи можливість завдання параметрів у вигляді математичних формул будь-якої складності, що містять навіть умовний оператор «якщо».

Булеві операції

При побудові твердого тіла система допускає логічні операції об'єднання, віднімання і перетинання. Ці операції можуть використовуватися як для об'ємного, так і листового твердого тіла

Команда відмови від побудови «Undo»

Працюючи в системі, конструктор може повернутися на будь-яку кількість кроків назад. Припустимо, ви зробили помилку, або переконалися, що зроблене побудова не приводить до бажаного результату. У вас немає необхідності в стомлюючої процедурою відновлення попередньої моделі за рахунок ряду редагують процедур. Команда «UNDO» поверне вас на будь-яку бажану кількість кроків назад. Такий простий повернення на вихідні позиції стимулює вас на дослідженні моделі в різних напрямках.

Інші можливості

Інші додатки можуть використовувати побудовану твердо тільну модель без всяких процедур передачі інформації. Ви можете, наприклад, виконати креслення, NC програму, звичайно-елементний аналіз, просто переключившись для роботи з відповідним додатком. Використовуючи **UNIGRAPHICS**, ви можете створити повну, позбавлену внутрішніх суперечностей 3-х мірну геометричну твердо тільну модель проєктованого об'єкта. Використовуючи таку модель, ви легко можете отримати такі фізичні характеристики як обсяг, вага, масово-інерційні характеристики і т.п. Півтонування та видалення невидимих ліній допомагає вам краще уявити як окрему деталь, так і складну збірку. Для збірки система здатна автоматично визначити факт взаємного перетину деталей.

Зображення з віддаленими невидимими лініями може бути легко розміщена на кресленні. Повністю асоційований креслення може бути легко отриманий, використовуючи функції модуля креслення. Якщо пізніше тверде тіло редагується, креслення і відповідні розміри зміняться автоматично.

Зауваження щодо використання

Вся твердотільна модель повинна уміщатися в рамках одного кубічного кілометра, тобто потрапляти всередину куба зі сторонами 1000 x 1000 x 1000 м.

При протягуванні контуру уздовж заданої кривої в деяких випадках вирішується завдання апроксимація сплайна набором відрізків прямих і кіл. Якщо сплайн близький до прямої, то легко отримати центр апроксимуючої окружності, що виходить за вказаний обмеження. Для

того щоб впоратися з цією проблемою, необхідно збільшити точність побудови.

Найменший лінійний розмір, який може бути застосований до побудови твердого тіла 0.00000001 (10e-8 метра). Цей розмір еквівалентний 0.00001 мм або 0.00000039 ". Будь-яка величина менша або рівна вказаною межі інтерпретується системою як нуль.

Якщо ви виконаєте булеву операція над тілом зі статусом видимості на вигляді тільки і тілом, видимому на всіх видах, то результуюче тіло отримує статус тіла, обраного як мета (target solid). Однак якщо ви виконаєте функцію UNDO, то у обох тел буде статус видимості на всіх видах.

Перед переходом в модуль креслення корисно зберегти все, пов'язане з поточною компонуванням видів на екрані. В іншому випадку ця інформація може бути втрачена.

Співвідношення Дитина / Батько

Якщо елемент побудови залежить від іншого елемента, такий елемент називається дитиною, або залежним елементом. Елемент в свою чергу називається батьком, якщо на його базі створюється інший елемент. Наприклад, якщо операція віднімання обсягу «**HOLLOW**» виконана на блоці «**BLOCK**», то блок є батьком, а операція віднімання обсягу - дитиною.

Батько може мати багато дітей, а діти в свою чергу можуть мати кілька батьків.

Зауваження: елементи діти можуть в свою чергу виступати батьками для інших елементів.

Для перегляду всіх залежностей між батьками і дітьми необхідно відкрити графічний навігатор моделі «**Model Navigation Tool**».

Оновлення моделі

Модель може оновлюватися вручну і автоматично.

Автоматичне оновлення відбувається тільки для елементів, які в ході редагування існуючої геометрії. Якщо ви хочете відкласти автоматичне оновлення, ви повинні використовувати команду «**Delayed Update** Відкласти оновлення».

Ви можете оновити модель вручну. Наприклад, буває корисно провести повне оновлення моделі, в яку не внесені ніякі зміни (так

зване «нульове оновлення») для того, щоб переконатися, що параметризація працює при переході з однієї версії **Unigraphics** на іншу.

Ручне оновлення може бути виконано кількома способами:

- Функцію «**UG / Open API (UF_MODL_update_all_features)**», яка виводить весь список елементів поточної моделі і потім запускає оновлення.
- Команда «**Playback**» - **Програти**, яка створює модель, починаючи з першого елемента.

Ви можете вивчити, як створювалася модель по елементу, переходити від одного елемента до іншого, або почати оновлення, яке буде тривати або до появи помилки, або до кінця.

Функція редагування «**Edit**» в діалоговому вікні «**Update**» з'являється, коли ви вибираєте команду «**Playback**». Функція редагування включає в себе можливості аналізу і редагування елементів моделі в момент їх створення.

У старих версіях системи не було команди програвання побудови і користувача використовували для «нульового поновлення» спеціальні прийоми, не позбавлені побічних проблем:

- Один з метод полягав у тимчасову зміну параметрів кореневих батьківських елементів і потім відновлення їх значення.

Цей метод дає можливість виконати даний нульове оновлення, необхідно тільки уважно стежити за тим, що дійсно все кореневі батьківські елементи включені в оновлення і для всіх з них правильно відновлені всі вихідні значення параметрів.

- Інший метод полягає в придушенні все елементів і подальшому їх відновленні.

Цей метод може викликати проблеми, так як не всі елементи можуть бути придушені. Оновлення моделі з такими, що не пригнічуваними елементами і подальше оновлення моделі після відновлення всієї моделі може привести до протиріч. Ми настійно рекомендуємо не використовувати цей метод для «нульового поновлення».

Ескіз

Ескіз - це спеціальний набір функцій, який дає можливість задати плоский контур кривих, керованих розмірами. Ви починаєте створювати ескіз, визначивши приблизно контур кривих. Потім ви

можете задати спеціальні умови, які називаються обмеження, які визначають точно форму ескізу. Кожна крива в контурі вважається об'єктом, що належить ескізу. У більшості випадків побудований ескіз використовується для побудови твердого тіла в операціях плоско паралельного перенесення або обертання. Якщо ви зміните геометрію ескізу, то це автоматично відіб'ється на геометрії, побудованого на його базі твердого тіла.

Основи роботи з ескізами

Активний ескіз

Ви можете мати кілька ескізів, але активним, тобто тим, який ви задасте в даний момент може бути тільки один з них. Будь-які криві створювані в цей момент, автоматично додаються в активний ескіз. Якщо ви хочете залишитися в меню побудови ескізу, але не працювати з ескізом, то ви можете його пасивним, виконавши команду «**Deactivate (Пасивний)**».

Для того щоб зробити ескіз активним, виберете його в списку і двічі натисніть кнопку миші і виберіть ім'я в списку і виконайте команду «**Activate (Активний)**».

Ескіз повинен бути прив'язаний до координатної площі або плоскій грані тіла. Ви можете також створити ескіз, прив'язавши його до основних площинах WCS. У цей випадку система автоматично створює координатну площину і дві координатні осі у відповідній площині WCS.

Стрілки - ступеня свободи

Символ ступеня свобода горизонтальна і вертикальна жовті стрілки, зображені в невідомій точці ескізу. Решта зображення стрілок допомагають вам орієнтуватися в тому, які ще обмеження необхідно задати. Наприклад, якщо залишилася вертикальна стрілка (в напрямку осі Y), ви повинні обмежити лінію в напрямку осі X. Невірно вважати, що залишилася, стрілок визначає кількість обмежень, яке необхідно задати. Одне ліміт може привести до зникнення будь-якої кількості стрілок, ступенів свободи. Все залежить від контексту дозволу ескізу.

Ескіз, як операція побудови

Після того, як ви побудували ескіз, він розглядається системою як операція побудови. Нижче наведені команди, які використовуються для маніпуляції з ескізом, як з будь-якою іншою операцією побудови.

Видалення ескізу

Для видалення ескізу необхідно скористатися командою **«Edit - Feature - Delete Feature»**. Якщо ви видалите ескіз, то будуть автоматично видалені всі зроблені на його основі побудови.

Зауваження: Ви можете видалити ескіз, і скориставшись командою **«Edit - Delete»**. Однак якщо ескіз має побудовані на його базі тіла, то він не буде видалений. Якщо ви працюєте в іншому модулі ніж моделювання, то це єдиний спосіб видалити ескіз.

Зміна прив'язки ескізу

Ви можете задати нову грань твердого тіла або нову координатну площину для розміщення ескізу на відміну від тієї, на якій він був спочатку заданий.

Зауваження: Ви можете прив'язати ескіз тільки до такої межі, яка по дереву побудови створена раніше самого ескізу, тобто мають менший порядковий номер у дереві побудови. В іншому випадку система видає повідомлення про помилку.

Переміщення ескізу

Ви можете переміщати ескіз, користуючись тим же методами, що і для переміщення інших елементів побудови.

Якщо положення ескізу визначено за допомогою позиційних розмірів, то скористайтеся командою **«Edit - Feature - Edit Positioning Dimension» - Зміна позиційних розмірів**.

Якщо положення ескізу не визначене за допомогою позиційних розмірів, то скористайтеся командою **«Edit - Feature - Move Feature» - Переміщення елемента**.

Зміна порядку побудови

Ви можете змінити положення ескізу по порядку побудови щодо інших елементів, використовуючи команду **«Edit - Feature - Reorder Feature» - Зміна порядку побудови**.

Ескіз на графічному дереві побудови

Ескіз з'являється в графічному дереві в якості окремого вузла, як будь-який інший елемент побудови твердого тіла. До нього застосовні будь-які операції, які застосовні до всіх елементів.

Ескіз і шари

Поведінка ескізу щодо шарів побудовано таким чином, щоб гарантувати правильну роботу з активним ескізом в частині, де використовуються різні рівні.

Ескіз і шари взаємодіють наступним чином:

- Коли ви вибираєте ескіз, то шар, на якому знаходиться геометрія ескізу автоматично стає робочим шаром.
- Коли ви виходите з моди роботи з ескізом, то система повертається до робочого рівня, який був до роботи з ескізом, якщо була включена опція «**Maintain Layer Status**» - **Збереження статусу шару**. Якщо ця опція була виключена, то система залишає робочий шар ескізу активним. Якщо ця опція включена, то система повертається до шару, який був активним до виклику ескізу.
- Коли крива додається до ескізу, вона поміщається на його шар.
- Коли ви робите ескіз пасивним, то вся геометрія і розміри, які не були на шарі ескізу переміщуються на шар ескізу.

Колірна палітра ескізу

Кольори на ескізі мають спеціальний сенс, який допомагає вам відрізнити одні елементи ескізу від інших.

Зауваження: ви можете змінити колірну палітру ескізу, за допомогою команди настройки «**Sketch Preferences**» [1 - 3].

Використання кольорів при побудові ескізу	
Блакитний	Активні криві ескізу.
Зелений	Зеленим кольором зображуються активні розміри, тобто ті розміри, зміна яких призводить до зміни форми ескізу. Розміри залишаються зеленими до тих пір, поки вони не вступають в конфлікт з іншими розмірами або геометричними обмеженнями. Зеленим за замовчуванням зображаються також криві, що не входять в ескіз.

Жовтий	Геометрія ескізу і розміри, які виявляються перевизначеними (на них накладено більше обмежень, ніж це необхідно) зображуються жовтим кольором. Крім це жовтим зображаються стрілки - ступені свободи.
Рожевий	При розрахунку ескізу можуть виникнути суперечності між заданими розмірами. Якщо така ситуація виникає, то суперечливі розміри зображуються рожевим кольором, а сама геометрія ескізу стає в цей момент сіркою. Така палітра показує, що ескіз із заданими розмірами не може бути дозволений
Білий	«Dimensions that you convert from active to reference using Convert To/From Reference change from green to white»
Сірий	Розміри для довідок зображуються білим кольором. Будь-яка крива і розмір можуть отримати статус додатковий елемент при виконанні команди «Convert To/From Reference» - Змінити статус.

Line Пряма

Під час створення прямих використовується ряд опцій, які застосовуються тільки для побудови прямої. [1 - 3]

Опції побудови відрізків прямих	
«Unbounded» Необмежена пряма лінія	Мода побудови "необмеженої прямої". Якщо вона включена, то пряма будується на всю видиму область екрана, тобто обмежується кордонами активного виду в графічному вікні. (Мода побудови по ланцюжку не працює).
«Lock Mode / Unlock Mode» Фіксація метода	Фіксація методу побудови прямої.
«Parallel options» Паралельно	Опції побудови прямої, паралельно заданій прямій.
Діалогова панель для прямої	Поля параметрів діалогової панелі для побудови прямої.

<p>«Angle Increment» Приріст кута</p>	<p>Приріст кута. Коли ви спочатку вибираєте точку і потім Переміщує курсор, пряма перескакує з одного кута нахилу на інший з заданим кроком. Цей крок визначається параметром «Angle Increment». Приріст кута працює тільки тоді, коли в якості моди завдання точки діє мода «Точка в контексті вибору». Для зміни значення параметра «Angle Increment» введіть нове значення і натисніть клавішу «Enter».</p>
--	---

У доповненні до опцій діалогу побудови ви може змінити довжину і кут орієнтації прямий відразу після її побудови, змінивши ці параметри в діалоговому полі внизу графічного екрану і відразу ж натиснувши клавішу **«Enter»**.

Lock/Unlock Mode **Фіксація метода побудови**

Коли ви будете пряму, яка повинна бути паралельна, перпендикулярна або під кутом до іншої прямої, і коли вибір іншого об'єкта може змінити спосіб побудови, то виконання команди фіксації **«Lock Mode»** дає можливість уникнути цього і зафіксувати потрібний спосіб побудови. Якщо в діалоговому вікні зображена кнопка з командою **«Lock Mode»**, то натискання кнопки призведе до виконання команди. Назва кнопки після цього зміниться на протилежне значення **«Unlock Mode»**. Команда фіксації моди побудови може бути виконана натисканням середньої кнопки миші **<MB2>**.

Натисніть кнопку MB2, щоб виконати команду **«Lock Mode»**. Тепер ви може вибрати кінець прямої B, яка буде використовуватися для визначення кінцевої точки нову пряму

Побудова кола

Опції побудови повного кола	
« Multiple Positions » Багато положень	Якщо ця опція включена, то кожен раз коли ви задасте нову точку, ця точка сприймається як центр нової окружності і система створює в ньому копію останнього побудованого кола.

Зауваження: При побудові повної окружності мода побудови кривих по ланцюжку не працює.

Побудова прямокутника

Ви можете створити прямокутник, задавши дві діагональні точки. Після завдання першого кута другий кут "прив'язується" до вершини перехрестя і створює ефект гумової нитки, яка показує прямокутник перед його реальним виробництвом. Прямокутник створюється в одній з площин робочої системи координат WCS (XY, XZ, YZ).

Створення прямокутника можливо з діалогового вікна створення кривих і ескізів.

Процедура

Для того щоб створити прямокутник, необхідно:

1. Вказати перший кут, використовуючи «**Point Constructor**» або правила завдання точки за замовчуванням.
2. Вказати другий кут.

Зауваження: Якщо обидві крапки не лежать в площинах XY, YZ, XZ, то прямокутник будується так, що дві його сторони паралельні осі Y робочої системи координат WCS.

Лекція 2

Створення моделей

Тіло перенесення

Ця функція дає вам можливість побудувати тіло як результат плоскопаралельного перенесення задає контуру в довільному напрямку на задану дистанцію.

Після того, як ви вибрали ланцюжок кривих, які задають контур тіла перенесення вибрати один з наступних методів [1 - 3]:

Опції діалогу «Extruded Body» Тіло перенесення	
«Direction & Distance» Напрямок та дистанція	Здається напрямком перенесення, початкова і кінцева дистанції, вимірювані від площини задає кривої вздовж вектора перенесення
«Trim to Face/Plane» Обрізати межі або площини»	Здається напрямком перенесення, тіло будується від площини задає кривої до зазначеної межі існуючого тіла або площині.
«Trim Between Two Faces/Planes» Обрізати між двома гранями або площинами	Здається напрямком перенесення, тіло обмежується по обидва боки існуючого тіла або площинах.
«Through Multiple Bodies» Через декількох тіл	Цей метод дає можливість відняти будується тіло одночасно з декількох тіл
«Trim to Body» Обрізати по тілу	Цей метод дає можливість відняти будується тіло одночасно з декількох тіл

Зауваження: Якщо для побудови замітає тіла використовувалася грань або листове тіло, то оновлення замітає тіла при зміні вихідної геометрії проходить коректно. Але інші операції побудови, які посилаються на ребра або грані замітає тіла можуть не оновлюватися коректно.

Ви можете редагувати параметри побудови замітає тіла за допомогою команди **«Edit - Feature -Parameters»**.

Якщо замітає тіло, побудоване на базі ескізу, не оновлюється, ви можете його редагувати. Однак ви не можете приєднати ескіз до іншої межі (команда **«Reattach»**) до тих пір, поки перебуваєте в моді зміни в ході оновлення моделі (**«Edit During Update»**). Для зміни прив'язки ескізу ви повинні вийти з режиму оновлення моделі за допомогою команди **«Undo»** - Скасувати зміни або команди **«Suppress Remaining»**. Після цього ви можете приєднати ескіз до нової межі.

Визначення напрямку перенесення

Для завдання напрямку перенесення система переходить в діалог завдання вектора «**Vector Constructor**». Використовуючи цей діалог ви можете задати напрямок, яка асоціативно пов'язане з об'єктами, за якими воно визначено. Якщо після ви зміните геометрію, по якій визначалося напрямок перенесення, то система автоматично змінить напрямок перенесення і оновить тіло перенесення.

За замовчуванням вектор перенесення перпендикулярний площині задає кривої. Якщо контур перенесення заданий гранню або листовим тілом, то вектор перенесення збігається з нормаллю до поверхні в центрі грані.

Якщо обраний контур замкнутий, вектор зображений в центрі перетину. Якщо обраний контур відкритий, то вектор зображений в початковій точці першої кривої контуру. Це допомагає візуально контролювати, який контур відкритий або замкнений ви маєте.

Distance, Offset and Taper Options

Дистанція, зсув і кут нахилу

Операція перенесення визначається за допомогою наступних параметрів [1 - 3]:

<p>«Start Distance» Початкова дистанція «End Distanc» Кінцева дистанція</p>	<p>Початкова і кінцева дистанції перенесення визначають довжину тіла. Система створює тіло плоскопаралельним перенесенням задає контуру від початкової дистанції до кінцевої дистанції.</p>
<p>«Offset» Зсув</p>	<p>Параметри зміщення дозволяють будувати тіло перенесення з урахуванням еквідистанти від базового контуру.</p>
<p>«Taper Angle» Кут нахилу</p>	<p>Кут нахилу бічних граней тіла перенесення щодо направлення перенесення.</p>
<p>«Taper Start» Початок нахилу граней</p>	<p>Визначення місця початку нахилу бічних граней тіла перенесення.</p>

Дистанції вимірюються від площини базової кривої в напрямі перенесення. Значення дистанції 0 означає, що початок тіла збігається з площиною задає кривої. Наприклад, значення Start = 0 End = 1 означає, що тіло перенесення будується від площини задає кривої і має кінцеве значення дистанції 1. Для обох дистанцій система створює вираження.

Offset

Зсув

Параметр «**First Offset**» - **Перше зміщення** і «**Second Offset**» - **Друге зміщення** задають два значення еквідистанти. Якщо хоча б одне зі значень зсуву не дорівнює нулю, то замість вихідного контуру для операції побудови використовує дві його еквідистанти.

Помічені: Якщо ви збираєтеся використовувати параметри зсуву, то контур повинен бути плоским.

При завданні параметрів система показує пунктирною стрілкою позитивний напрямок побудови зміщення. Система створює об'ємне або листове тіло, в залежності від опції встановленої командою «**Preference - Modelling**». Якщо вибрано листове тіло, то будується тіло, яке не має нижньої і верхньої замикаючих граней, тобто тіло має тільки бічні грані.

Система створює вираження для обох зсувів, які можуть змінюватися за допомогою команди «**Tools - Expression**».

Taper

Нахил граней

Кут нахилу задає відхилення бічних граней. Позитивний кут нахилу викликає відхилення межі спрямоване всередину тіла побудови. Негативний кут нахилу викликає відхилення межі спрямоване в зовнішню сторону від тіла побудови

Taper Start

Початок нахилу граней

Ця опція визначає, коли буде будується нахил. Якщо встановлено значення «**At Start Distance**» - **Від стартової позиції**. Якщо ви вибираєте опцію «**At Defining String**» - **Від певного рядка**, нахил починається будуватися від задає контуру.

Для побудови нахилу ви можете використовувати задає контур, що складається з кривих будь-якого типу. Іноді система не може побудувати нахил бічних граней в операції перенесення. У цих випадках ви можете спробувати побудувати нахил граней окремою операцією «**Тaper**».

Ви не можете будувати нахил, якщо для замітання вибрано листове тіло. У цьому випадку параметр нахилу повинен мати значення 0.

Якщо задає контур містить окружність, яка створює отвір в замітає тілі, то отвір буде мати нахил бічних граней в напрямку, протилежному в порівнянні з зовнішніми бічними гранями замітає тіла.

Тіло обертання

Ця команда буде тіло обертанням задає кривої навколо заданої осі. Ви можете побудувати або повне тіло обертання, або виконати поворот на заданий не нульовий кут.

Після того, як ви вибрали ланцюжок кривих, які задають контур тіла обертання ви повинні вибрати один з наступних методів [1 - 3]:

Опції діалогу « Revolved Body » Тіло обертання	
« Axis & Angle » Ось і кут	Тіло обертання задається поворотом контуру навколо заданої осі на заданий кут.
« Trim To Face » Обрізати межі	Тіло обертання задається поворотом контуру навколо заданої осі і обрізається по заданій межі або площині.
« Trim Between Two Faces »	Тіло обертання задається поворотом контуру навколо заданої осі і обрізається між двома заданими гранями або площинами.

Якщо ви вибираєте грань або поверхню вільної форми, замітає тіло буде оновлюватися коректно при зміні всього профілю. Інші елементи, які пов'язані з гранями або ребрами замітає тіла можуть не оновитися або оновитися неправильно.

Якщо профіль перетинає вісь обертання, тіло може бути побудовано неправильно.

Загальна концепція

Система будує тіло обертання навколо заданої осі. Для завдання осі необхідно:

1. Поставити напрямок осі в стандартному діалозі завдання вектора «**Vector Constructor**». Вісь обертання не повинна перетинати контур утворює, хоча вона може збігатися з одним з відрізків прямих в контурі утворює.
2. Поставити прив'язку осі обертання за допомогою стандартного діалогу завдання точки «**Point Constructor**».
3. Якщо для завдання вектора використовується конструктор «**Vector Constructor**», то система зберігає асоціативний зв'язок з геометрією, яка використовувалася для побудови вектора. Якщо ви зміните надалі цю геометрію, то система автоматично оновить орієнтацію осі тіла обертання і саме тіло обертання.

Позитивний напрямок осі обертання відповідає правилу правої руки. Позитивним вважається обертання проти годинникової стрілки при погляді зверху на вісь обертання.

Ви можете змінювати будь-який параметр, пов'язаний з побудовою тіла обертання, використовуючи команду «**Edit - Feature - Parameters**». Діалог зміни дуже схожий на діалог створення.

Побудова геометричних примітивів

Block

Блок

Блок (паралелепіпед) задається його орієнтацією в просторі, розмірами сторін і точкою прив'язки. У всіх операціях побудови ребра паралелепіпеда паралельні осях WCS.

Процедури побудови

- За точці і довжинах трьом ребер
- По двох точках і висоті
- По двох діагональним точкам.

Опції діалогу «Block» Блок	
«Method» Метод	<p>«Origin, Edge Lengths» - за точці прив'язки і трьом довжинам сторін.</p> <p>«Two Points, Height» - по двох точках підстави і висоті.</p> <p>«Two Diagonal Points» - По двох точках великої діагоналі.</p>
Кроки вибору	<p>Point 1 - Завдання 1-ої точки..</p> <p>Point 2 - Завдання 2-ої точки.</p> <p>«Target Solid» - якщо в якості моди побудови вибрана не мода незалежного створення блоку Create, то на цьому етапі задається тіло, з яким буде виконуватися булеву операція.</p>
«Point Method» Спосіб завдання точки	Вибір методу завдання точки за допомогою тих методів, який представляє конструктор точок «Point Constructor» .
Змінна частина діалогу	<p>«Length (XC)»- Довжина XC - довжина розміру блоку вздовж осі XC. Ці параметр діє тільки в моді побудови «Origin, Edge Lengths».</p> <p>«Width (YC)» - «Довжина YC» - довжина розміру блоку вздовж осі YC. Ці параметр діє тільки в моді побудови «Origin, Edge Lengths».</p> <p>«Height (ZC)» - «Довжина ZC» - довжина розміру блоку вздовж вісі ZC. Ці параметр діє тільки в модах побудови «Origin, Edge Lengths, Two Points, Height».</p>
«Boolean Operation» Булева операція	<p>Ви можете задати булеву операцію, яка виконується над побудованим блоком і тілом результатом побудови, або вибрати моду незалежного побудови:</p> <p>«Create» - Створити - блок створюється як окреме тіло.</p> <p>«Unite» - Об'єднати - блок об'єднується з тілом-результатом побудови.</p> <p>«Subtract» - Відняти - блок віднімається з тіла-</p>

	<p>результату побудови.</p> <p>«Intersect» - Перетнути - блок перетинається з тілом-результатом побудови.</p> <p>Ці правила застосовні для всіх мод, пов'язаних з виконанням булевої операції:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Якщо в частині немає твердого тіла, все моди за винятком моди «Create», не доступні. • Якщо в частині існує більше одного твердого тіла, то після вибору булевої операції стає доступним крок вибору тіла результату побудови.
--	---

Cylinder

Циліндр

Ви можете створювати циліндр, задаючи його розміри, орієнтацію і положення. [1 - 3]

« Diameter, Height » Діаметр і висота	Ця опція дозволяє побудувати циліндр, задавши його діаметр і висоту.
« Height, Arc » Дуга і висота	Ця опція дозволяє створити циліндр, задавши висоту і вказавши окружність, що лежить в його основі.

Зауваження: Висота повинна бути задана позитивним числом.

Порядок побудови

Для того щоб побудувати циліндр, необхідно:

1. Визначити орієнтацію осі циліндра.
2. Поставити діаметр і висоту.
3. Визначити точку прив'язки підстави.

Ось циліндра задається командою завдання вектора «**Vector Subfunction**».

Система створює циліндр з віссю обертання орієнтованої в заданому вами напрямку з центром кола в підставі, що збігається із зазначеною точкою прив'язки.

Height, Arc

Висота і окружність

Ця опція дозволяє створити циліндр, задавши висоту і вказавши окружність, що лежить в його основі.

порядок побудови

Для того щоб побудувати циліндр, необхідно:

1. Поставити висоту.
2. Вибрати окружність, що лежить в основі циліндра.
3. Підтвердити напрямок осі циліндра.

Система визначає діаметр циліндра і його орієнтацію по зазначеній дузі кола. Перед побудовою циліндра система зображує напрямок осі циліндра і дає можливість при бажанні змінити його на зворотний напрямок.

Зазначена дуга не обов'язково повинна бути повною окружністю. Система доповнить її до повної окружності автоматично.

Зауваження: Побудований циліндр не асоційований з окружністю, що лежить в його основі.

Ви можете побудувати циліндр в запропонованому напрямку або можете змінити напрямок на протилежне. Система створює повний циліндр на базі обраної дуги окружності із заданою висотою і орієнтацією.

Малюнок внизу показує, як змінюється напрямку побудови циліндра при відмові від запропонованого напрямку.

Лекція 3

Побудова конструктивних елементів

Hole

Отвір

Отвір видаляє матеріал з тіла в формі декількох типів стандартних отворів: просте отвір, отвір з зенківкою і отвір з пониженням

Загальна процедура побудови типових елементів описана в розділі порядок побудови. [1 - 3]

Опції діалогу «Hole»

«Отвір»

Типи отворів	<p>«Simple Просте» - Створення простого отвору з параметрами діаметр (Diameter), глибина (Depth) і кут при підставі (Tip Angle).</p> <p>«Counterbore Отвір з пониженням» - створення</p>
---------------------	--

	<p>отвору з пониженням з параметрами діаметр (Diameter), глибина (Depth), кут при підставі (Tip Angle), діаметр зниження (C-Bore Diameter) і глибина зниження (C-Bore Depth).</p> <p>«Countersink» - Отвір з зенковкой - створення отвори з зенковкой з параметрами діаметр (Diameter), глибина (Depth), кут при підставі (Tip Angle), діаметр зенковки (C-Sink Diameter) і кута зенковки (C-Sink Angle).</p>
<p>Кроки вибору</p>	<p>«Placement Face» - Грань розміщення - на цьому кроці вказується плоска грань або координатна площину, на якій розміщується отвір (див. Розділ «Плоска грань розміщення»).</p> <p>«Target Solid» - Тіло побудови - якщо отвір розміщується на координатній площині і в моделі присутні більше ніж одне тверде тіло, то з'являється цей використовується для вибору тіла, на якому буде будуватися отвір.</p> <p>«Thru Face» - Вихід наскрізного отвору. Якщо ви задасте грань, через яку отвір виходить назовні, тобто будете будувати наскрізний отвір.</p> <p>Якщо отвір, яке будуватися наскрізь, кілька разів перетинається з вказаною межею, то воно простягається до останнього перетину. Якщо така побудова небажано, ви можете позбутися від цього, розбивши попередню грань на дві. Якщо отвір в повному обсязі перетинається межею, зазначеною в якості межі, «через яку отвір виходить назовні», то система використовує сусідні грані.</p> <p>Детальніше дивіться в розділі Статус побудови наскрізь.</p> <p>Для наскрізного отвору система ігнорує параметр глибини і кута при вершині, так як в них немає необхідності.</p>
<p>«Filter» Фільтр</p>	<p>Обмеження типу обраних об'єктів:</p> <ul style="list-style-type: none"> • All - Все • Face - Грань

	• Datum Plane - Координатна площина
Змінне вікно	<p>Змінна вікно містить параметри використовуються для різних типів отворів. При зміні типу отвори змінюється список визначених параметрів.</p> <p>«Diameter» - Діаметр – цей параметр задає діаметр простого отвору.</p> <p>«Depth» - Глибин - цей параметр задає глибину простого отвору. Параметр стає недоступним, якщо будується наскрізний отвір.</p> <p>«Tip Angle» - Кут при вершині - ви можете побудувати отвір з плоским дном, або з конічною поверхнею на дні отвори. Якщо кут при вершині дорівнює 0, то будується плоске дно. Якщо заданий позитивний кут при вершині, то будується конічна поверхня із заданим кутом при вершині. Кут може мати значення від 0 до 180 градусів. Параметр стає недоступним, якщо будується наскрізний отвір.</p> <p>«C-Bore Diameter» - Діаметр зниження - цей пункт встановлює діаметр зниження. Він повинен бути більше, ніж діаметр отвору.</p> <p>«C-Bore Depth» - Глибина зниження - цей параметр задає глибину зниження для отвори з пониженням.</p> <p>«Hole Diameter» - Діаметр отвору - діаметр вузької, основної частини отвору для непростих отворів.</p> <p>«Hole Depth» - Глибина отвору - цей параметр задає загальну глибину зниження і основного отвору і зенковки і простого отвору. Параметр стає недоступним, якщо будується наскрізний отвір.</p> <p>«C-Sink Diameter» - Діаметр зенківки - максимальний діаметр зенківки для отворів з зенківкою. Діаметр зенківки повинен бути більше, ніж діаметр отвору.</p> <p>«C-Sink Angle» - Кут зенківки - цей параметр задає кут зенківки, який повинен бути в діапазоні від 0 до 180 градусів.</p>
« Reverse Side »	Ця опція стає активною, якщо в якості межі розміщення обрана координатна площину. З її допомогою ви

Зміна боку	можете змінити напрямок побудови отвору, який показується стрілкою. Якщо обрана грань для наскрізного побудови, то опція стає недоступною.
«Reattach» Перезадать прив'язки	Ця опція активна тільки при редагуванні отвори і дає можливість перевизначити грань прив'язки отвори. Дивіться розділ перезадати прив'язку.

Boss **Бобишка**

Ця команда дає можливість створити на межі виступ циліндричної форми. Можлива тільки найпростіша, максимум конічна форма бобишки. [1 - 3]

Опції діалогу «Boss» «Бобишка»	
Кроки вибору	<p>«Placement Face» - Грань розміщення - вибір плоскій грані або координатної площини, на якій розміщується бобишка. (Див главу Плоска грань розміщення).</p> <p>«Target Solid» - Тіло побудови - якщо ви розміщуєте бобишку на координатою, не прив'язаної до тіла і в моделі більше, ніж одне тверде тіло, то цей крок стає активним. На ньому ви повинні вказати тіло, до якого буде приєднана бобишка.</p>
«Filter» Фільтр	<p style="text-align: center;">Фільтр вибору об'єктів має значення:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Any - будь-який • Face - грань • Datum Plane - координатна площина
«Diameter» Діаметр	Діаметр бобишки.
«Height» Висота	Висота бобишки.
«Taper Angle» Кут нахилу	Кут нахилу бічних стінок може бути як позитивним, так і негативним числом. Якщо кут нахилу дорівнює 0, то будується циліндр.
«Reverse Side» Змінити сторону	Якщо ви розміщуєте бобишку на координатній площині, то за допомогою цієї команди ви можете змінити сторону, на якій буде будуватися бобишка.

Pocket Кишеня

Ця команда використовується для створення кишень на тілі.
Можливі форми кишень:

Cylindrical	циліндрична кишеня
Rectangular	прямокутна кишеня
General	Кишеня в загальному вигляді

Cylindrical Циліндрична кишеня

Ця опція дозволяє створити циліндричний кишеню заданої глибини. Кишеня може мати при бажанні округлення на дні колодязя і похилі бічні стінки.

При побудові циліндричного кишені використовуються параметри:

«Diameter» Діаметр	Діаметр циліндричного кишені.
«Depth» Глибина	Глибина кишені вимірюється від межі розміщення в зазначеному напрямку.
«Floor Radius» Радіус у дна	Радіус заокруглення дна. Цей радіус повинен бути більше або дорівнює 0.
«Taper Angle» Нахил стінок	Кут нахилу бічних стінок. Кут може бути нульовим або позитивним; позитивний кут змушує кишенню звужуватися донизу.

Зауваження: радіус заокруглення дна повинен бути менше ніж глибина і менше ніж половина діаметра кишені.

Rectangular Прямокутна кишеня

Ця опція створює кишеню прямокутної форми з можливим округленнями бічних ребер і ребер у дна. задаються параметри

При побудові прямокутного кишені задаються наступні розміри:

«X Length» Довжина X	Довжина кишені в напрямку X.
«Y Length» Довжина Y	Ширина кишені в напрямку Y.
«Z Length» Довжина Z	Глибина кишені.
«Corner Radius» Радіус в кутах	Радіус округлення бічних ребер.
«Floor Radius» Радіус у дна	Радіус заокруглення дна.
«Taper Angle» Кут нахилу стінок	Кут нахилу бічних стінок. Ця величина не може бути негативною.

Зауваження: обидва радіуса можуть бути нульовими. Радіус бічних ребер повинен бути більше або дорівнює радіусу дна.

General Pocket

Узагальнена кишеня

Ця опція використовується для створення кишені, який має незрівнянно більшу гнучкість в побудові, ніж прямокутний (Rectangular) і циліндричний кишені (Cylindrical). Унікальні можливості при побудові цієї кишені в наступному:

- Межею, на якій розміщується кишеню, може будь-яка грань тіла, а не обов'язково площину.
- Дно кишені в свою чергу також може бути визначено довільній поверхнею.
- Контур кишені на межі розміщення і на дні визначається двома незалежними довільними ланцюжками замкнутих кривих.
- У випадку завдання заокруглення між стінками кишені і поверхнею, на якій він розміщений, контур може характеризувати як лінії теоретичного перетину стінок кишені з поверхнею, так і лінію точок дотику радіусу заокруглення кишені з поверхнею.

• Бічні стінки кишені будуються як лінійчатих поверхні між верхнім і нижнім контуром. Якщо контур задає точки дотику, то система автоматично обчислює лінію перетину між стінками і поверхнею, на якій розміщується кишеню.

Для такого типу кишені система створює спеціальний типовий елемент форми, який називається GENERAL POCKET (узагальнений кишеню). [1 - 3]

Опції діалогу «General Pocket» Узагальнена кишеня	
Selection Steps	
«Placement Face»	Грань розміщення. Верхня поверхня, на якій розміщується кишеню. Ви можете вказати кілька граней одночасно
«Placement Outline»	Контур кишені. Ланцюжок кривих, яка визначає форму кишені на верхній межі розміщення
«Floor Face» Пол кишені	Пол кишені. Поверхня дна кишені може бути задана незалежної геометрією.
«Floor Outline» Контур дна кишені	Контур дна кишені. Контур дна кишені також може бути заданий незалежної геометрією
«Target Body» Тіло побудови	Тіло побудови. При необхідності кишеню може бути побудований на іншому тілі, ніж те, яким належить обрана грань розміщення кишені.
«Placement Outline Projection Vector»	Вектор проектування контуру кишені. Якщо контур розміщення не лежить на поверхні, то ви повинні задати вектор проектування.
«Floor Face Translation Vector»	Вектор перенесення дна кишені. Якщо дно контуру задається перенесенням поверхні розміщення, то необхідно задати вектор перенесення.
«Floor Outline Projection Vector»	Вектор проектування контуру дна. Якщо контур дна не лежить на поверхні, то ви повинні задати вектор проектування для контуру дна.
«Placement Alignment Points»	Точки вирівнювання по контуру кишені. Вибір точки вирівнювання на контурі розміщення. Ця команда активна, якщо обрані окремі криві для верхнього і

	нижнього контурів і якщо ця опція вирівнювання по точкам «Outline Alignment Method» .
«Floor Alignment Points»	Точки вирівнювання по контуру дна. Вибір точки вирівнювання на контурі дна. Ця команда активна, якщо обрані окремі криві для верхнього і нижнього контурів і якщо ця опція вирівнювання по точкам «Outline Alignment Method» .
Інші опції	
«Filter» Фільтр	Завдання типу обраної геометрії. Допустимі значення фільтра залежать від того, на якому етапі ви знаходитесь.
Мінлива область діалогу	Опції в цій області змінюються в залежності від обраних методів побудови.
«Outline Alignment Method» Метод вирівнювання контурів	Якщо для верхнього і нижнього контуру обрані незалежні криві, то ви можете задати метод вирівнювання точок між ними.
«Placement Radius» Радіус заокруглення по верхньому контуру	Якщо для верхнього і нижнього контуру обрані незалежні криві, то ви можете задати метод вирівнювання між ними.
«Floor Radius» Радіус заокруглення по контуру дна	Радіус заокруглення між стінками і дном кишені.
«Corner Radius» Радіус по кутах	Якщо контур кишені задана контуром з кутами, то ви можете задати радіус округлення, який буде автоматично додаватися при побудові виступу. Кутом вважається точка в якій дві криві контуру з'єднуються з кутом більшим, ніж задана точність побудови по куту.
«Attach Pocket» Приєднати кишеню	Дає вам можливість приєднати кишеню до листовому або об'ємному тілу. Якщо ця опція не вибрана, то система буде кишеню як незалежне тіло.

<p>«Confirm Upon Apply» Підтвердження виконання</p>	<p>Поява діалогу підтвердження після виконання операції побудови. В цьому діалозі ви можете прийняти результат побудови, проаналізувати його або відмовитися від побудови. Ця опція типова для діалогів, що містять послідовні кроки вибору.</p>
--	--

Pad Виступ

Ця команда створює на плоскій грані виступ однієї з двох форм:

Rectangular	Прямокутний виступ
General	Узагальнений виступ

Rectangular Pad Прямокутний виступ

Задаються параметри прямокутного виступу:

Length	Довжина виступу.
Width	Ширина виступу.
Height	Виступу висота.
Corner Radius	Радіус кутів (заокруглення бічних ребер).
Taper Angle	Кут нахилу бічних стінок. Якщо кут нахилу стінок дорівнює 0, то стінки вертикальні.

Rectangular Pad Прямокутний виступ

Задаються параметри прямокутного виступу:

Length	Довжина виступу.
Width	Ширина виступу.
Height	Виступу висота.

Corner Radius	Радіус кутів (заокруглення бічних ребер).
Taper Angle	Кут нахилу бічних стінок. Якщо кут нахилу стінок дорівнює 0, то стінки вертикальні.

General Pad

Узагальнений виступ

Ця опція використовується для створення виступу, який має незрівнянно більшу гнучкість в побудові, ніж прямокутний виступ «**Rectangular Pad**». Унікальні можливості при побудові цієї кишені в наступному:

- Межею, на якій розміщується виступ, може будь-яка грань тіла, а не обов'язково площину.
- Вершина виступу в свою чергу також може бути визначена довільній поверхнею.
- Контур виступу на межі розміщення і на вершині визначається двома незалежними довільними ланцюжками замкнутих кривих.
- У випадку завдання заокруглення між стінками виступу і поверхнею, на якій він розміщений, контур може характеризувати як лінії теоретичного перетину стінок виступу з поверхнею, так і лінію точок дотику радіусу заокруглення виступу з поверхнею.
- Бічні стінки виступу будуються як лінійчатих поверхні між верхнім і нижнім контуром. Якщо контур задає точки дотику, то система автоматично обчислює лінію перетину між стінками і поверхнею, на якій розміщується виступ.

Зауваження: ребра вибираються як криві.

Операція побудови узагальненого виступу називається GENERAL_PAD. [1 - 3]

Опції діалогу «General Pad»	
Узагальнений виступ	
Кроки вибору	
«Placement Face»	Грань розміщення. Верхня поверхня, на якій розміщується виступ. Ви можете вказати кілька граней одночасно.
«Placement	Контур виступу. Ланцюжок кривих, яка визначає

Outline»	форму виступу на межі розміщення.
«Top Face»	Вершина виступу. Поверхня вершини виступу.
«Top Outline»	Контур вершини. Ланцюжок кривих, яка визначає форму виступу на верхній поверхні, вершині виступу.
«Target Body»	Тіло побудови. Ви можете вибрати тіло, яке буде результатом побудови. Це необхідно робити в тому випадку, якщо грань розміщення не лежить на тому тілі, на якому повинен бути побудований кишенню.
«Placement Outline» «Projection Vector»	Вектор проектування контуру виступу. Якщо контур для підстави не лежить на підставі, то цей вектор задає напрям проектування на грань розміщення виступу.
«Top Face Translation Vector»	Вектор перенесення для вершини. Якщо вершина виступу визначається перенесенням підстави, то ця команда використовується для завдання вектора перенесення.
«Top Outline Projection Vector»	Вектор проектування контуру вершини. Якщо контур для вершини не лежить на поверхні вершини, то цей вектор задає напрям проектування контуру на поверхню вершини.
«Placement Alignment Points»	Вибір точки вирівнювання на верхньому контурі Ця команда активна, якщо обрані окремі криві для верхнього і нижнього контурів і якщо ця опція вирівнювання по точкам «Outline Alignment Method» .
«Top Alignment Points»	Вибір точки вирівнювання на нижньому контурі Ця команда активна, якщо обрані окремі криві для верхнього і нижнього контурів і якщо ця опція вирівнювання по точках «Outline Alignment Method» .
Інші опції	
«Filter» Фільтр	Допомагає вам вибирати геометрію, дозволяючи обмежувати типи вибору. Доступні варіанти залежать від того, який крок вибору активний.
Змінна частина діалогу	Опції в цій області змінюються в залежності від обраних методів побудови.
«Outline Alignment	Метод вирівнювання контурів. Якщо для верхнього і

Method»	нижнього контуру обрані незалежні криві, то ви можете задати метод вирівнювання між ними.
«Placement Radius»	Радіус заокруглення між стінками і підставою виступу.
«Top Radius»	Радіус заокруглення між стінками і вершиною виступу.
«Corner Radius» Радіус в кутах	Якщо контур виступу задана ланцюжком кривих з кутами, то ви можете задати радіус округлення, який буде автоматично додаватися при побудові виступу. Кутом вважається парам суміжних кривих, кут між якими більше заданої кутової точності.
«Attach Pad» Приєднання виступу	Дає вам можливість приєднати виступ до листовому або об'ємному тілу. Якщо ця опція не вибрана, то система буде виступ як незалежне тіло.
«Confirm Upon Apply» Підтвердження виконання	Поява діалогу підтвердження після виконання операції побудови. В цьому діалозі ви можете прийняти результат побудови, проаналізувати його або відмовитися від побудови. Ця опція типова для діалогів, що містять послідовні кроки вибору.

Завдання форми узагальненого виступу

Для побудови виступу ви повинні вказати поверхню розміщення, геометрію контуру і, можливо, поверхня і контур вершини. Ви можете визначити геометрію контурів по верхній і нижній поверхні різними способами:

- Вибрати незалежно контур, що визначає форму виступу зверху і знизу.
- Вибрати контур, що задає форму виступу на межі розміщення. Геометрія вершини визначається проектуванням контура підстави на поверхню вершини. Проектування може здійснюватися по нормалі до поверхні вершини, або уздовж заданого вектора.
- Вибрати контур, що задає вершину виступу. Геометрія основи виступу визначається проектуванням геометрії вершини. Проектування може здійснюватися по нормалі до поверхні розміщення, або уздовж заданого вектора.

порядок побудови

Для побудови узагальненого виступу необхідно:

1. Вказати поверхню розміщення виступу **«Placement Face»**.

2. Поставити контур виступу на поверхні розміщення «**Placement Outline**».
 3. Якщо необхідно, задати вектор проектування контуру на поверхню розміщення «**Placement Outline Projection Vector**».
 4. Поставити поверхню вершини «**Top Face**».
 5. Поставити контур виступу по вершині «**Top Outline**».
 6. Якщо необхідно, задати вектор проектування контуру вершини на поверхню вершини «**Top Outline Projection Vector**».
 7. Якщо контуру підстави і вершини задані різними кривими, задати метод вирівнювання контурів «**Outline Alignment Method**».
 8. Поставити радіуси заокруглення біля основи «**placement**», по вершині «**top**» і в кутах бічних стінок «**corners**».
 9. Поставити тіло побудови «**Target Body**».
 10. Натиснути кнопку «**Apply**».
- Деякі з цих кроків є обов'язковими і залежать від обраного способу побудови.

Slot

Паз

Паз видаляє матеріал з тіла в формі поздовжніх вирізів з закругленими кінцями, або проходять наскрізь від межі до межі.

Тут описані параметри для пазів з різною формою поперечного перерізу.

Опції Slot	
Паз	
Thru Slot	Опція побудови наскрізного паза.
Форма перетину паза	
Rectangular	Прямокутний паз.
Ball-End	Напівсферичний паз.
U-Slot	Паз з округленим перетином.
T-Slot	T-подібний паз.
Dove-Tail	Паз типу ластівчин хвіст.

Groove Проточка

Ця команда створює проточку на циліндричній грані тіла. Типи проточок розрізняються формою поперечного перерізу.

Rectangular	Прямокутна проточка.
Ball-End	Полу сферична проточка.
U-Groove	Проточка із закругленими кутами

Загальна концепція

Проточка може бути побудована тільки на циліндричних і конічних гранях. Система використовує вісь обраної грані як вісь обертання для побудови проточки. Проточка автоматично асоціюється з обраною гранню. Ви можете побудувати як зовнішню, так і внутрішню проточку.

Профіль проточки буде симетричний відносно площини, перпендикулярної осі обертання і проходить через точку, в якій була вказана грань.

Лекція 4

Допоміжна геометрія. Студія форми.

«Datum Plane» - Координатна площина - ця команда створює координатну площину, яка використовується при побудові типового елемента форми тоді, коли немає можливості орієнтувати елемент по плоским граням твердого тіла. Координатна площина допомагає створити елементи на циліндричних і конічних гранях, під кутом до нормалі і т.п.

Ви можете створити залежну або фіксовану координатну площину. Залежна координатна площину задається щодо твердого тіла, кривих та інших координатних площин. Фіксована координатна площину має постійне положення щодо абсолютної системи координат. Фіксована координатна площину не посилається на іншу геометрію. [1 - 3]

Опції діалогу побудови координатної площини	
«Edit» Змінити	Редагування параметрів залежною координатної площини.
«Angle» Кут	Параметр кута повороту, який використовується при завданні обмеження "під кутом до площини".
«Offset» Зсув	Параметр зсуву, який використовується при завданні обмеження «еквідистантно від площини».
«Filter» Фільтр	Фільтр використовується для більш точної вказівки геометричних елементів, які використовуються при побудові координатної площини. <ul style="list-style-type: none"> • All - Все • Point on Edge - Точка на ребрі • Face - Грань • Edge - Ребро • Datum Plane - Координатна площина • Datum Axis - Координатна вісь
«Point Method» Метод завдання точок	Визначає тип задається точки на твердому тілі.
«Modify Point» Модифікація точки	Ця опція доступна тільки для координатних площин, що створюються так, що вони проходять через криву. Ви можете змінити положення точки на кривій в діалозі «Modify Point» - Модифікація точки .
«Cycle Plane Normal Dir» Цикл орієнтацій нормалі	Послідовне перемикання між усіма можливими способами орієнтації нормалі площини. Ця опція доступна тільки для координатних площин, що проходять через задану криву в заданій точці.
«Constraints» Обмеження	У цьому вікні система показує список способів побудови, які змінюється в контексті вибору геометрії. Вибір іншої геометрії може змінити список можливих способів завдання.
«Constraint Information» Інформація про обмеження	Виведення інформації про можливі способи побудови в інформаційному вікні.

«Fixed Datum Plane» Фіксовані координатні площині	Ви можете створити координатні площині, які не пов'язані ні з одним тілом і займають фіксоване положення в абсолютному просторі моделі.
«Other Datum Planes» Інші координатні площині	Створення координатної площини, що проходить через задану точку з заданим напрямом нормалі і створення координатної площини за трьома довільним точкам.

Залежна координатна площину

Координатні площини найчастіше будуються по геометричних об'єктів тіла, які ви вказали (ребра, точки, межі або криві). Тип накладаються на площину обмежень залежить від вибору геометричних об'єктів і іноді порядку, в якому ви їх вказуєте. Ви можете вибирати геометричні об'єкти з різних тел моделі.

«Modify Point Dialog» - Діалог модифікації точки.

Команда **«Modify Point»** використовується для зміни положення точки на кривій, коли ви будете координатну площину, що проходить через криву в заданій точці. [1 - 3]

Опції діалогу модифікації точки

«Arclength» Параметр «Arclength» Длина	Команда модифікації точки дає можливість використовувати довільну точку на кривій. У вас є можливість задати точку на заданому відсотку довжини кривої «Arclength» або на заданій відстані «Arclength» . Ви можете встановити положення точки інтеркативно, використовуючи повзунок. При будь-якому способі зміни нове положення відзначається зірочкою в графічному вікні.
«Reset» Відновлення	Повертає точку в початкове положення. Початковими положеннями точки, якщо вона вже не модифікувалася, зазвичай можуть бути середина і кінці кривої і вузлові точки сплайна.

Cycle Plane Normal Dir **Цикл орієнтацій нормалі**

Ця команда доступна тільки для координатних площин, що створюються так, що вони проходять через криву в заданій точці, для циклічного зміни можливого вибору напрямку нормалі. Кожен раз при виконанні команди тимчасовий вектор показує поточний стан вектора нормалі, який може мати значення:

Tangent vector - Дотичний вектор.

Normal vector - Нормаль до кривої.

Binormal vector - Бінормаль до кривої.

Opposite tangent vector - Протилежно дотичній.

Opposite normal vector - Протилежно нормалі.

Opposite binormal vector - Протилежно бинормалі.

Зауваження: якщо використовується пряма, то є тільки дотичне і протилежне дотичному напрямку.

При зміні координатної площині командою «**Edit – Feature - Parameters**» команда «**Cycle Plane Normal Dir**» використовується для зміни напрямку нормалі будь координатної площини.

Datum Axis **Координатна вісь**

Ця команда створює вісь, яка може використовуватися для орієнтації координатної площині, горизонтальній осі, прив'язки розміру. Ви можете створити вісь, прив'язану до тіла, або створити вісь, що має фіксоване положення щодо абсолютної системи координат. [1 - 3]

Swept Features **Замітає тіла**

Ви можете побудувати тверде тіло або плоскопаралельним перенесенням, або обертанням задає контуру. Задає контуром може бути ескіз, окрема крива, ланцюжок кривих або грань тіла. Ви можете переміщати саме заданий перетин або його еквідистанти.

Ви можете використовувати разомкнуту або замкнуту криву. При використанні відкритої ланцюжка результатом побудови буде листове тіло «**Sheet Body**». При використанні замкнутого ланцюжка результатом побудови буде тверде тіло «**Solid Body**» або «**Sheet Body**» (в залежності від налаштувань моделювання).

Існує три типи тіл:

«**Extruded Body**» - Тіло перенесення .

«**Revolved Body**» - Тіло обертання.

«**Sweep along Guide**» - Перенесення уздовж направляючої.

Методи завдання ланцюжка кривих

Спільними для всіх методів побудови є способи вибору ланцюжка кривих задає контуру:

« Solid Face »	Грань тіла дає можливість вказати грань тіла і вибрати відразу всі його ребра в якості ланцюжка
« Solid Edge »	Ребро тіла дає можливість вказати окреме ребро тіло.
« Curve »	Крива дає можливість змінити моду вибору цілого ескізу і вибирати окремі криві ескізу або просто окремі криві.
« Chain Curves »	Ланцюжок кривих дає можливість вибрати безперервний ланцюжок, вказавши початкову та кінцеву криву ланцюжка.
« Sheet Body »	Листове тіло вибирається в якості об'єкта, за яким будується тіло перенесення.

Після того, як ви вибрали ланцюжок кривих і якщо ланцюжок не є замкнутим, то кінці ланцюжка відзначаються символом «зірочка».

Зауваження: якщо ви збираєтеся використовувати опцію еквідистанти, то обраний контур повинен бути плоским.

Вибір кривих ескізу

Коли ви вибираєте криву ескізу, то система автоматично вибирає весь ескіз. Ви можете вибрати ескіз, вказавши його ім'я. Наступні модифікації ескізу автоматично відбиваються на замітає тілі, побудованому на його основі.

Помічені: Якщо ескіз має кілька однозначних контурів, то система буде замітає тіло для кожного з них.

У деяких випадках неможливо виділити кілька очевидних контурів (такий випадок показаний на малюнку). В цьому випадку для вказівки правильного контуру необхідно користуватися командою завдання окремих кривих «**Curve**».

Асоціативність

Асоціативність між замітає тілом і геометрією, використаної при його створенні, полягає в тому, що:

- Тіло асоціативно пов'язано з яка задає кривої, будь-яка зміна задає кривої автоматично змінює і тіло.
- Якщо напрямком перенесення і вісь обертання задані посиланням пряму, ребро тіла або координатну вісь, зміна останніх призведе до зміни напрямком побудови.
- Якщо в якості обмежень переміщення обрані межі тіла або координатні площині, з зміна призведе до зміни меж побудови замітає тіла.

Sweep Along Guide

Перенесення уздовж направляючої кривої

Цей метод використовується для створення тіла перенесенням замітає контуру уздовж довільної кривої, яка називається направляючою Guide curve.

Цей метод схожий на метод побудови тіла замітання уздовж довільної кривої, який розглядається при побудові поверхонь вільною формою. Однак він менш гнучкий і не дає вам можливості управляти масштабом і орієнтацією кривої в момент її руху вздовж котра утворює. Для контролю масштабу і орієнтації кривої використовуйте команди **«Insert - Free Form Feature - Sweep»**.

Система створює об'ємне або листове тіло, в залежності від опції встановленої командою **«Preference- Modelling»**.

Ви можете редагувати задають параметри за допомогою команди **«Edit - Feature - Parameters»**.

Procedure

Порядок побудови

Для того щоб побудувати тіло, необхідно:

1. Вибрати задає контур.
2. Вибрати направляючу ланцюжок кривих.
3. Ввести значення зміщення **«offset»**.
4. Вибрати булеву операцію побудови.

Параметри першого і другого зсуву визначається так само, як і в інших способах побудови.

Зауваження: Якщо задає контуру не перпендикулярний направляючої, то зсув може не працювати очікуваним чином.

Ви можете задавати логічні операції для об'єднання, віднімання і перетинання побудованим тілом і існуючим тілом.

Корисні зауваження: в якості направляючої може бути обрана довільна безперервна ланцюжок кривих. Прямі та кола використовуються як вони є.

Пряма в направляючої ланцюжку призводить до побудови тіла перенесення. Напрямок переносу є напрям направляючої прямий. Дистанція перенесення дорівнює довжині прямої. Якщо в направляючої ланцюжку є дуга окружності, то система буде тіло обертання. Вісь обертання збігається з центром кола і нормальна її площині. Кут обертання визначається кутовий мірою направляючої дуги.

Для плоскої кривої, що складається з прямих і дуг кіл, бічні грані тіла є площинні і циліндричні поверхні. Для 3-х мірної кривої, сплайн і конічної кривої система буде точну геометрію.

Для просторової направляючої ми рекомендуємо використовувати поверхні вільної форми.

Зауваження: якщо задає контур має внутрішні контуру, то напрямна може складатися тільки з прямих і дуг кіл.

Умова самоперетинання

Природа методу замітання вимагає, щоб задає контур не перетинав сам себе під час переміщення. Операція переміщення неможлива, якщо дві напрямних криві утворюють гострий кут або радіус повороту занадто малий, щоб уникнути самоперетинання контуру.

Shape Studio

Студія форми

«UG / Shape Studio» - Студія форми - окремий додаток **Unigraphics**, яке містить функції спеціально призначені для конструктора-дизайнера. Сюди входять функції необхідні для завдання і візуалізації концептуальної моделі майбутньої конструкції.

«UG / Shape Studio» включає три модулі: «**Free Form Shape**», «**Analyze Shape**», «**Visualize Shape**».

Free Form Shape

Завдання довільних форм

Модуль «**Free Form Shape**» містить всі функції, які в даний час є серед функцій моделювання і додатково нові потужні функції для редагування поверхні **Deform Sheet, Transform Sheet, Shape by Template, Swoop, Curve on Surface, Studio Surface, Styled Blend i X-Form**. Ви можете дістатися до цих функцій через інструментальну панель «**Studio Free Form**» або через стандартні функції редагування поверхні «**Edit- Free Form Feature**».

Analyze Shape and Analysis

Аналіз геометрії

Розділ «**Analyze Shape**» містить набір відомих функцій для аналізу і візуалізації властивостей поверхні, який включає

- «**Deviation Gauge**» - динамічний аналіз відхилень
- «**Section Analysis**» - аналіз перетинів
- «**Adjacent Edges**» - аналізу відхилень для суміжних ребер

Крім цього панель функцій аналізу включає також загальні функції аналізу кривих і поверхонь «**Curve Analysis i Face Analysis**», які доступні і тоді, коли ви не маєте ліцензії «**Shape Studio**».

Visualize Shape

Візуалізація

«**Visualize Shape**» включає стандартні функції модуля «**UG / Photo**» і нові функції, засновані на бібліотеці «**OpenGL**». Цими параметрами, щоб динамічного накладення текстури, матеріалу, спеціальних ефектів і створення растрових зображень. Ви можете дістатися до цих функцій з панелі інструментів «**Visualize Shape toolbar**». Детальний опис цих функцій дано в довіднику «**Unigraphics**» - «**Gateway**» - «**Help**» - Введення в **Unigraphics**.

Лекція 5

Створення листового тіла

Давайте для початку знайомства з модулем листового металу створимо просту деталь і подивимося вплив заданих параметрів матеріалу.

Зверніть увагу, що, як і в випадку з параметром товщини при побудові базового елемента, параметри **Радіус згину** – «**Bend Radius**» і

Коефіцієнт нейтралі – «**Neutral Factor**» вже мають значення, успадковані з налаштувань моделі. [1 - 3]

Практично всі елементи побудови моделей в модулі Листового металу базуються на елементах, які є основами, тобто від яких починається побудова. У попередньому прикладі ми використовували команду **Базовий елемент** – «**Tab**» для створення такого основного елемента. Крім цієї команди, основи створюються також командами **Фланець по контуру** – «**Contour Flange**» і **Фланець за двома перетинами** - «**Lofted Flange**». Всі інші елементи побудови базуватимуться на одному з цих основних елементів. Команди створення основ можуть створювати два типи елементів - первинні і вторинні. Первинні створюються, коли в моделі ще немає жодного елемента побудови і коли необхідно мати два незалежних основні елементи. Вторинні елементи створюються для модифікації існуючих основних елементів, вони відразу додаються до них і стають єдиним цілим.

Команда «**Фланець по контуру**» буде основний елемент, простягаючи відкритий ескіз або плоску криву по нормалі і надаючи товщину листа отриманої поверхні. При цьому якщо об'єкти ескізу або криві утворюють гострий кут, то в вихідному елементі будуть зроблені заокруглення радіусом, певним в настройках моделювання. В іншому всі параметри цієї команди відповідають команді «**Фланець**». І остання команда для побудови основного елемента **Фланець за двома перетинах** (будує основний елемент, використовуючи два відкритих плоских ескізу, розташованих паралельно один одному, або дві криві, між якими простягає поверхню і надає їй товщину. Перевага цієї команди в тому, що можуть використовуватися перетину різної форми, що дає можливість будувати комплексні перехідні поверхні. При цьому необхідно забезпечити однакові положення початкових точок ескізів (кривих), щоб уникнути скручування. Додатково до стандартних опцій фланців в цій команді можна розбити поверхні згину на сегменти для спрощення одержуваної геометрії.

Фланці, або відборткування, будуються по сторонам зовнішнього контуру моделі і вимагають наявності в моделі основного елемента. В якості вхідних даних для побудови будь-якого типу фланця необхідно надати кромку або базового елемента, або іншого фланця.

Ми на прикладі розглянули операцію побудови найпростішого фланця, але не розглянули одну з ключових опцій цієї команди. Давайте на прикладі розглянемо розширені можливості команди

Фланець - «Flange» і використання команди **Фланець по контуру** для побудови відборування.

Ще одна команда побудови фланця **За вальцювання - «Hem Flange»**, по суті, є окремим випадком команди **Фланець по контуру** з декількома зумовленими контурами з налаштованим параметрами.

Всі розглянуті фланці будуються на базі прямих кромок основних елементів і визначаються значеннями висоти і кута нахилу. Для створення більш складних фланців, які можуть базуватися на основі криволінійних ребер і форма яких задається посилальною геометрією, необхідно використовувати можливості модуля **Авіаційний листовий метал**. Альтернативою є використання команди **Складний фланець - «Advanced Flange»**.

Отримання розгортки моделі з листового металу необхідно не тільки для оформлення креслень для виробництва деталі, але і безпосередньо для самого побудови. У більшості випадків операції обрізання і створення вирізів необхідно виробляти в розгорнутому стані моделі - як це і відбувається в реальності. У функціонал модуля роботи з листовим металом є кілька засобів для створення розгорнутого стану моделі або окремих її частин.

В даному розділі мова піде про штатних засобах отримання розгорнутого стану моделі, які працюють з моделями, створеними в модулі **«Листовий метал NX»**. Крім цих коштів, в функціоналі NX є ще ряд команд, призначених для отримання розгортки з моделей, не призначених в цьому модулі. Найпростіша і часто використовувана пара команд для отримання розгорнутого стану частини або всієї моделі - це команди **Розгортка - «Unbend»** і **Зігнути знову - «Rebend»**. Вони використовуються під час побудови моделі, для отримання плоского уявлення одного або декількох фланців з подальшою їх модифікацією і поверненням в початковий стан.

Необхідно вказати розігнутий згин для приведення його у вихідний стан. Опціонально можна задати стаціонарну грань, за рахунок цього можна змінювати орієнтацію моделі, якщо вибрати грань, відмінну від тієї, що була використана як стаціонарна в операції **Розгортка**.

Ця пара команд працює з усіма типами фланців і згинів, за винятком **Складного фланця - «Advanced Flange»** і фланців, створених в модулі **Авіаційний листовий метал**. Для цих типів фланців є аналоги команд локальної розгортки і згортки.

Для отримання розгортки всієї моделі за одну операцію необхідно скористатися командою **Розгортка тіла - «Flat Solid»**. Ця команда створює асоціативно пов'язане плоске листове тіло, що представляє собою розгортку моделі. При цьому сама операція побудови розгортки додається в історію побудови моделі і завжди є останньою за часом. За рахунок цього зміни, які вносяться в вихідну модель після створення розгортки, на ній проте відображаються. Рекомендується використовувати цю команду під час побудови складних моделей, для того щоб контролювати коректність одержуваного результату.

Слід зазначити, що команда **«Розгортка тіла»** має обмеження, що відбивається в тому, що не всі конструктивні елементи переносяться в розгорнуте стан. Це стосується більшості елементів побудови, одержуваних витяжкою, і всі вони на розгортці зберігають свої вихідні форми.

Лекція 6 Створення креслень

Модуль **«Drafting»** призначений для створення і модифікації креслень на базі тривимірної геометричної моделі, побудованої в модулі **«Modeling»**, створювані в модулі **«Drafting»**, підтримують повний асоціативний зв'язок з моделлю. Будь-які зміни моделі автоматично відбиваються на кресленні. Така асоціативна підтримка дозволяє багаторазово редагувати геометрію і оперативно оновлювати креслярську інформацію. Крім потужних асоціативних засобів модуль **«Drafting»** надає безліч інших корисних функцій:

- Зрозумілий і зручний інтерфейс користувача, що дозволяє швидко і легко створювати креслення.
- Подібність дій користувача зі звичайною роботою конструктора за креслярської дошкою.
- Підтримка нової архітектури збірок і паралельного (спільного) проектування. Спільна робота в мережі може бути організована так, що розробник креслень працює одночасно з конструктором, що моделює деталь.
- Створення повністю асоціативних видів перетину з автоматичним виконанням штрихування і зображенням прихованих ліній.

- Автоматичне вирівнювання ортогональних видів. Система швидко розміщує види на кресленні, і Вам не потрібно втрачати час на "ручну" розстановку і вирівнювання.
- Автоматичний висновок зображення прихованих ліній на креслярських видах.
- Можливість редагувати більшість креслярських об'єктів (розмірів, позначень і т.д.), використовуючи те ж саме діалогове вікно, в якому вони були створені. Ви можете створювати і відразу ж редагувати безліч об'єктів, не виходячи з одного діалогового вікна.
- Наявність зворотного зв'язку (весь процес креслення відображається на екрані).
- Управління оновленням креслення. [1 - 3]

Опції меню, що випадає «Drawing»	
«New» Новий»	Дозволяє створити нове креслення, задавши наступні параметри: ім'я креслення, формат, масштаб, одиниці виміру і кут проектування.
«Open» Відкрити	Дозволяє відкрити існуючий креслення, вибравши його з поточного списку створених раніше креслень.
«Delete» Видалити	Дозволяє видалити існуюче креслення, вибравши його з поточного списку створених раніше креслень.
«Edit» Редагувати	Дозволяє модифікувати поточний робочий креслення, змінюючи такі параметри: ім'я креслення, формат, масштаб, одиниці виміру і кут проектування.
«Add View» Додати Вид	Дозволяє додавати в креслення види різних типів - імпортовані модельні, ортогональні, додаткові і місцеві.
«Remove View» Прибрати Вид	Прибирає види з креслення.
«Move/Copy View» Перенести /	Переносить / копіює існуючі креслярські види з одного місця креслення на інше.

Копіювати Вид	
«Align View» Вирівняти вид	Вирівнює існуючі види на кресленні.
«Broken View» Розірваний вид	Дозволяє створювати, редагувати або стирати види з декількома межами - Розірвані види.
«Edit View» Редагувати вид	Дозволяє редагувати різні параметри існуючих видів на поточному кресленні.
«Break-Out Section» Місцевий розріз	Дозволяє створити, відредагувати або видалити місцевий розріз (вирив) на заданому вигляді.
«Define View Boundary» Встановити кордон виду	Встановлює межу заданого типу для виділеного креслярського виду.
«Display Drawing» Зобразити креслення	Перемикає режим зображення. Ви можете встановити або зображення моделі, або зображення креслення. У першому випадку все графічне вікно заповнюється зображенням моделі, в другому - зображенням поточного креслення.
«Update Views» Оновити види	Дозволяє вручну оновити вибрані креслярські види. Оновлення необхідно для того, щоб провести зміну креслення за результатами модифікації моделі.

Зображення креслення

Зображення креслення заповнює всі графічне вікно і дозволяє Вам бачити поточне креслення в графічному вікні. Штрихова лінія позначає кордон креслярського аркуша. У лівому нижньому кутку графічного вікна виводиться ім'я креслення (дивіться наступний малюнок). Перемикання між двома режимами зображення **«Модель» - Креслення** виконується за допомогою опції **«Drawing- Display Drawing» - Чертеж - Зобразити креслення**.

Зображення моделі

Зображення моделі заповнює всі графічне вікно і дозволяє Вам бачити модель. На цьому зображенні Ви можете виконувати основні геометричні та креслярські операції:

- Створювати і редагувати лінії.
- Переміщати РСК.
- Замінювати модельний вид.
- Повертати модельний вид.
- Зберігати модельний вид.
- Створювати або відкривати креслення.
- Створювати написи і умовні позначення.

Ви можете перемикатися від зображення моделі до зображення креслення за допомогою опції «**Drawing- Display Drawing**».

Креслярські види

Креслярські види (іноді їх також називають виділеними видами) - це види, які Ви вставляєте в свій проєкт. Креслярський вид - це не те ж саме, що модельні види. Креслярський вид є копія модельного виду. З цих копій власне і полягає креслення. Копії робляться в момент додавання креслярських видів. При цьому на креслення переноситься вся анотація виду розташована в площині, паралельній площині екрану. В креслярський вид копіюються всі видозалежні модифікації і вся видозалежна геометрія. Якщо деякий вид використовується в декількох кресленнях, то видозалежні модифікації і видозалежна геометрія з'являться у всіх копіях (на всіх кресленнях) даного виду.

Імпортовані модельні види

Використання імпортованих модельних видів корисно тим, що на їх базі можуть бути побудовані інші ортогональні і додаткові види. Імпортований модельний вид визначає ортогональну систему координат і використовується як посилання для управління розташуванням і масштабом всіх інших проєкцій.

Дуже важливо правильно встановити маску шару (задати параметри шару) до того, як імпортований модельний вид буде розміщений на кресленні. На імпортований модельний вигляд і на всі наступні проєкційні види будуть діяти ті значення параметрів шару,

які були задані до моменту розміщення модельного виду на кресленні. Якщо модельний вид має індивідуальну маску шару «**Visible in View**» - **Шар Виду**, то цю ж маску матиме імпортований модельний вигляд і все породжені їм проєкційні види. Як тільки вид потрапляє на креслення, його маску можна редагувати тільки за допомогою опції «**Format- Visible in View**».

Процедура створення креслення

Наведений нижче приклад служить для ілюстрації процесу випуску креслення за допомогою модуля «**Drafting**». Процес починається з етапу створення креслення по тривимірній моделі, побудованій в модулі «**Modeling**», і закінчується отриманням повністю оформленого креслення з усіма видами і розмірами. Вже згадана нижче процедура приведена в якості загального огляду і не претендує на детальний опис всіх функцій і операцій креслення. Більш детальну інформацію з окремих тем Ви знайдете в наступних розділах довідника.

Створення нового креслення

Перший крок в процесі отримання креслення - створення нового креслярського аркуша. Для цього виберіть опцію «**Drawing – New**» - **Чертеж- Новий**. З'явиться діалогове вікно «**New Drawing**», в якому Ви можете задати різні креслярські параметри: ім'я, формат, масштаб, одиниці виміру і кут проєктування. Закінчивши введення параметрів, натисніть **ОК**, і на екрані з'явиться новий креслярський лист заданого формату (дивіться наступний малюнок).

Імпорт модельного виду

Після того, як креслення створений, можна починати роботу з ним, імпортуючи модельний вид. Після розміщення модельного виду Ви можете створити на його базі інші види (ортогональні, додаткові, місцеві і перетину). Імпортований модельний вид визначає ортогональну систему координат і управляє розташуванням всіх інших проєкцій, вирівнюючи їх. Ви можете імпортувати будь-яке потрібне кількість модельних видів і створювати проєкції для кожного з них.

Для імпорту модельного виду в креслення виберіть опцію **«Drawing - Add View - Import View» - Креслення - Додати Вид - Імпортувати Вид** і виберіть потрібний вид зі списку видів. Потім вкажіть курсором його позицію на кресленні і натисніть MB1. У нашому прикладі в якості імпортованого модельного виду обраний вид зверху [TOP] (дивіться наступний малюнок).

Додавання ортогонального виду

Після імпорту модельного виду в креслення Ви можете додати інші види (ортогональні, додаткові або місцеві), вибираючи відповідну опцію в діалоговому вікні **«Add View»**. У нашому прикладі в креслення додається ортогональний вигляд, розміщений у вертикальному коридорі під модельним видом (дивіться наступний малюнок). Важливо відзначити, що додані види будуються в тому ж масштабі, що і модельний вид, і вирівнюються щодо нього.

Додавання перетину

Тепер, коли розміщені основні види, Ви можете додавати додаткові види, місцеві види і перетину. У нашому прикладі це буде просте перетин, отримане проектуванням ортогонального виду (розміщеного під головним видом). Виберіть опцію **«Drawing - Add View - Simple Section» - Креслення - Додати Вид - Просте Перетин**.

Наступний крок - побудова лінії перетину. Ця лінія перетину буде асоціативно пов'язана з видом перетину - зміна лінії перетину або моделі спричинить за собою зміну виду перетину. Як тільки буде побудована лінія перетину, на кресленні з'явиться вид перетину, і система автоматично Заштрихуйте його.

Імпорт виду

Ви можете використовувати діалогове вікно **«Add View»** для імпорту модельного виду. Для виконання цієї операції виберіть опцію **«Drawing - Add View- Import View»**.

Проставлення розмірів

Після того, як Ви розмістили всі види на кресленні, можна приступати до проставлення розмірів. Для проставлення розміру виберіть опцію **«Insert- Dimension» - Вставлення - Розмір**, а потім відповідною іконкою діалогового вікна **«Dimensions»** встановіть тип

розміру (наприклад, «**Horizontal**» або «**Vertical**»). Потім задайте параметри, що впливають на зображення і розміщення розміру. І нарешті, вкажіть об'єкти, які повинні бути образмерені.

Розміри асоціативно пов'язані з геометричними об'єктами виду. Якщо вид переміщається, то і розміри переміщуються разом з ним. Якщо модель модифікується, розміри також оновлюються, відображаючи внесені зміни. На наступному малюнку показаний креслення з проставленими розмірами

Нанесення написів

Крім розмірів, можливо, Вам буде потрібно нанести на креслення написи або мітки. Це можна зробити за допомогою редактора анотації, який викликається опцією «**Tools - Annotation Editor**». Працюючи в редакторі анотації, Ви можете створювати позначення допусків форми і розташування і призначені для користувача позначення. Для вставки в креслення інших позначень (ідентифікаторів позиції і допоміжних позначень) можна використовувати опції «**Insert- ID Symbol** і «**Insert - Utility Symbol**».

Додавання рамки і основного напису

Після того, як розміщені всі необхідні види і анотація, Ви можете додати до креслення рамку і основний напис (позначення креслення і повідомлення на зміну). Для скорочення трудомісткості оформлення креслення доцільно створити шаблони креслярських форм, що містять рамку і основний напис. На наступному малюнку показаний остаточний варіант креслення з доданою рамкою.

Лекція 7

Створення збірки

«**Assemblies**» - це інтегроване в CAD / CAM Unigraphics додаток. Модуль «**Assemblies**» призначений для конструювання складальних одиниць (вузлів), моделювання окремих деталей в контексті збірки і формування специфікації складальних креслень. [1 – 3, 6]

Загальний огляд

Ви можете встановити асоціативні зв'язки збірки з її компонентами для спрощення процесу проведення змін на різних

рівнях опису виробу. Особливість використання збірки полягає в тому, що конструкторські зміни однієї деталі відображаються на всіх збірках, що використовують цю деталь.

В процесі побудови збірки Вам не потрібно піклуватися про геометрії. Система створює асоціативні зв'язки збірки з її компонентами, які забезпечують автоматичне відстеження змін геометрії. Існують різні способи побудови збірки, які дозволяють Вам з'єднувати деталі і / або підзбірки один з одним. Крім того, Ви можете сформувати специфікацію збірки на основі попередньо привласнених атрибутів частин.

Модуль «**Assemblies**» зміни в меню «**Applications**» - **Додатки**, як додаток яке може ввімкнути або вимкнути. Включення модуля «**Assemblies**» призводить до перевірки наявності ліцензії, і при її наявності з'являється інструментальна панель «**Assemblies**» і стають доступні функції меню, що випадає «**Assemblies**».

Установка користувача за замовчуванням «**Assemblies_RestoreApplication**» визначає, чи повинен **Unigraphics** автоматично включати «**Assemblies**» при запуску.

Каскадне меню «**Components**» надає опції для створення і редагування компонентів збірки.

Зауваження: Видалити компонент з збірки можна вибравши опцію «**Edit- Delete**» або «**Delete**» з графічного меню, що випадає. [1 - 3]

Опції меню «Components»	
« Add Existing » Додати існуючий	Дозволяє додати існуючий компонент в збірку.
« Create New » Створити новий	Дозволяє створити компонент і додати його в збірку.
« Create Array » Створити масив	Дозволяє створити масив компонентів.
« Substitute Component » Замінити компонент	Дозволяє замінити компонент в збірці.

<p>«Reposition Component» Переставити компонент</p>	<p>Дозволяє переставити компонент у збірці.</p>
<p>«Mate Component» Сопрячь компонент</p>	<p>Дозволяє сопрячь компонент в збірці..</p>
<p>«Replace Reference Set» Замінити нормативний набір</p>	<p>Дозволяє замінити Нормативний набір однієї або кілька компонент. Виберіть компоненту з збірки, у якій Ви хочете замінити контрольний набір, а потім введіть нове ім'я посилального набору. Ви також можете визначити, чи є контрольний набір порожнім або включає в себе всю частину.</p>
<p>«Suppress Component» Приховати компонент</p>	<p>Дозволяє приховати компонент. Інші опції для приховування компонент доступні з сторінки Parameters page діалогового вікна «Component Properties».</p>
<p>«Unsuppress Component» Показати компонент</p>	<p>Дозволяє показати одну або більше компонент, прихованих опцією «Suppress Component». Ви також можете вибрати прихований компонент з Навігатора Складання (якщо опція «Include Suppressed Components» включена) і скористатися даною опцією.</p>
<p>Define Mating Alternates Визначити альтернативні умови стикування</p>	<p>Дозволяє перевірити умови стикування для обраного об'єкта і правильність присвоєння імен грані стикування.</p>
<p>«Verify Mating Alternates» Перевірити альтернативні умови стикування</p>	<p>Дозволяє встановити відповідність імен для граней вихідної та альтернативної частин, а також перевірити коректність заміни, завантаживши новий компонент.</p>
<p>«Component</p>	<p>Дозволяє переглядати і змінювати властивості</p>

Properties» Властивості компонента	компонентів.
«Check Clearances» Перевірити зазор	Перевіряє обрані компоненти на мінімально можливі значення зазорів. Якщо не один компонент знято, вам буде запропоновано зробити це.

Панель інструментів «Assemblies» – Сборки

Опції панелі інструментів «Assemblies»

«Find Component» Знайти компонент	Дозволяє шукати компонент.
«Open Component» Відкрити компонент	Дозволяє відкрити компонент.
«Open by Proximity» Відкрити близькості	Надає опції для завантаження компонентів, що знаходяться поблизу виділеного компонента.
«Isolate Component» Відокремити компонент	Дозволяє показати тільки виділений компонент, при цьому всі інші компоненти погашені.
«Show Product Outline» Показати контур	Дозволяє включити або вимкнути контур збірки, а також визначити його, якщо він не заданий.
«Save Context» Зберегти контекст	Зберігає контекст поточної збірки
«Restore Context» Відновити	Відновлює оригінальний контекст

контекст	
«Add Existing Component» Додати існуючий компонент	Дозволяє вставити існуючий компонент в збірку.
«Create New Component» Створити новий компонент	Дозволяє створити компонент вставити його в збірку.
«Create Component Array» Створити масив компонентів	Дозволяє створити масив компонентів.
«Substitute Component» Замінити компонент	Дозволяє замінити компонент в збірці.
«Mate Component» Спрягти компоненти	Дозволяє спрягти один компонент з іншим.
«Reposition Component» Переставити компонент	Дозволяє переставити виділений компонент або компоненти.
«Reference Set» Нормативний набір	Показує список можливих довідкових наборів обраного компонента. Ви можете змінити контрольний набір, вибравши новий зі списку. Можуть показуватися до 25 посилальних наборів, найбільш повні знаходяться у верхній частині списку, в нижній знаходиться останнім. Також посилальні набори можуть показуватися максимум для 25-ти виділених компонентів. (Дане обмеження пов'язане з продуктивністю)
«Replace Reference	Ви можете встановити або замінити контрольний

<p>Set» Замінити контрольний набір</p>	<p>набір для зборки.</p>
<p>«Exploded Views» Види з рознесеними видами</p>	<p>Викликає інструментальну панель Видів з рознесеними компонентами, за допомогою якої їх можна створювати і редагувати.</p>
<p>«Make Work Part» Задати робочу частину</p>	<p>Дозволяє замінити поточну робочу частину на виділену.</p>
<p>«Make Displayed Part» Задати відображається частина</p>	<p>Дозволяє замінити поточну видиму частину на виділену.</p>
<p>«Component Properties» Властивості компонента</p>	<p>Надає інформацію про виділений компоненті або компонентах.</p>
<p>«WAVE Geometry Linker» Редактор геометричних зв'язків WAVE</p>	<p>Дозволяє створювати асоційовану або неасоційованих геометрію в робочій частині.</p>
<p>«Check Clearances» Перевірити зазори</p>	<p>Проводить швидкий аналіз, зазори, який перевіряє між виділеними компонентами на предмет можливої інтерференції.</p>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаров П. С. NX для конструктора-машиностроителя / П. С. Гончаров и др. – М. : ИД ДМК Пресс, 2010. – 504 с.
2. Краснов М. UNIGRAPHICS для профессионалов / М. Краснов, Ю. Чегишев. – М. : Изд-во Лори, 2004. – 319 с.
3. Данилов Ю. Практическое использование NX / Ю. Данилов, И. Артамонов. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 332 с.
4. Тороп Д. Н. Teamcenter. Начало работы / Д. Н. Тороп, В. В. Терликов — М. : ДМК Пресс, 2011. – 280 с.
5. Тозик В. Т. Инженерная и компьютерная графика / В. Т. Тозик – С.-П.: БХВ-Петербург, 2013. – 288 с.
6. Большаков В. П. Твердотельное моделирование сборочных единиц в САД-системах / В. П. Большаков, А. Л. Бочков, Е. А. Лебедева, А. В. Чернов – Питер, 2018. – 368 с.