ЛЕКЦІЯ № 11. СТВОРЕННЯ СКЛАДАНЬ ДЕТАЛЕЙ

План лекції. Основні принципи створення складань. Побудова складання «знизу-нагору». Побудова складання «зверху-униз».

Література: [1] - [3], [6], [10], [15].

SolidWorks дозволяє створювати складання з безлічі різних компонентів. Компонентами в складанні є окремі деталі або інші складання, які ще називають вузлами складання. Усі складання в SolidWorks мають розширення sldasm. Розглянемо основні види складань і принципи їх побудови.

Основні принципи створення складань.

В SolidWorks можна побудувати складання двох типів: складання «знизу-нагору» і складання «зверху-униз». Складання «знизу-нагору» являє собою складання конструкції з готових деталей. Для побудови такого складання, деталі повинні бути заздалегідь спроектовані й збережені в окремих файлах. Конструкція або вузол збираються із цих деталей аналогічно реальному складанню. У процесі складання необхідно деталі помістити в тривимірний складальний простір і вказати умови їх сполучення один з одним.

При проектуванні складання «зверху-униз» спочатку створюється компонувальний ескіз складання, а вже на його основі будуються окремі деталі. Ці деталі відразу є вбудованими в загальне складання. Такий тип складання зручний тим, що при зміні компонувального ескізу складання, автоматично змінюються розміри й конфігурації складових її деталей.

Отже розглянемо детальніше принципи побудови складань.

Для створення складання запустимо програму SolidWorks і виберемо команду меню **«Файл | Новый...»**. На екрані з'явиться вікно **«Новый документ SolidWorks»** зі списком шаблонів: **«Деталь, Сборка, Чертеж»** (рис. 11.1).

Виберемо шаблон **«Сборка»** й натиснемо кнопку **OK**, відзначивши появу в дереві конструювання рядка **«Сопряжения»** (рис. 11.2).

Тепер настроїмо необхідну нам панель інструментів. Для цього виберемо команду меню **«Инструменты | Настройка | Панели инструментов»** і встановимо прапорець **«Сборка»**. Після цього панель

інструментів **«Сборка»** з'явиться на екрані дисплея (рис. 11.3).

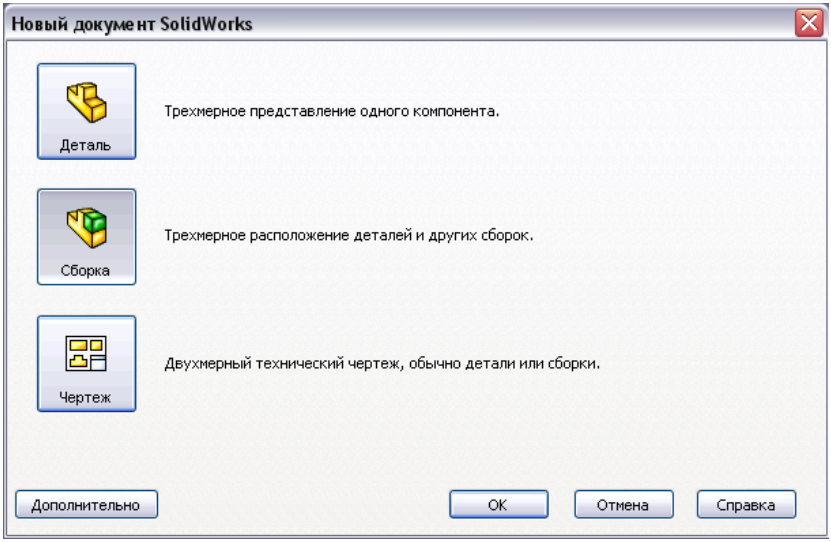


Рисунок 11.1 - Вікно SolidWorks зі списком шаблонів

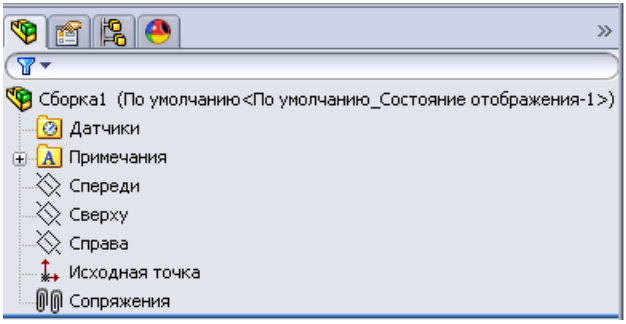


Рисунок 11.2 - Рядок «Сопряжения» в дереві конструювання

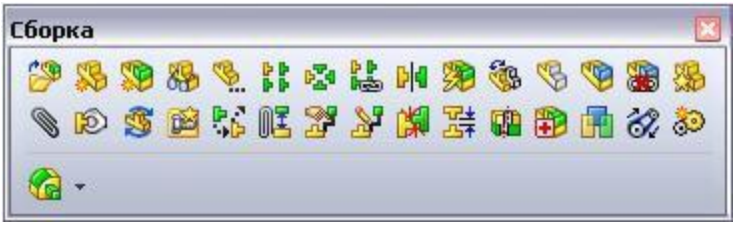


Рисунок 11.3 - Панель інструментів «Сборка»

Наступні кроки побудови складання залежать від типу створюваного складання - «зверху-униз» або «знизу-нагору».

Побудова складання «знизу-нагору».

Такий спосіб побудови складання має на увазі існування тривимірних моделей деталей, з яких буде створено складання. Після того як був відкритий тривимірний простір у шаблоні **«Сборка»,** й настроєна панель інструментів, помістимо в складальний простір деталі складання. Для цього виберемо команду меню **«Вставка | Компонент | Из файла»** (рис. 11.4) або активізуємо кнопку - **«Вставить компоненты»** панелі інструментів **«Сборка»**.

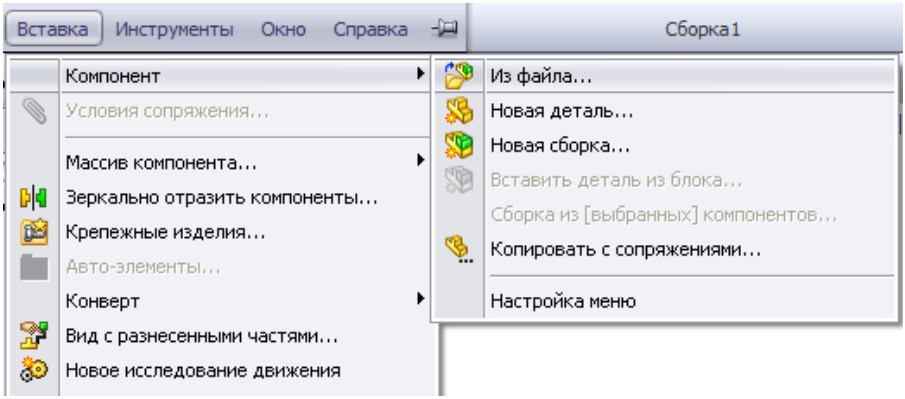


Рисунок 11.4 - Меню «Вставка | Компонент | Из файла»

У результаті на екрані відкриється вікно **«Вставить компонент»** (рис. 11.5). У поле **«Открыть документы»**, використовуючи кнопку **«Обзор»**, знайдемо файл із потрібною деталлю для розміщення в складанні.

Після того як обрано файл деталі, натиснемо кнопку **«Открыть»**. У результаті цих дій ми автоматично повернемося в складальний простір, де покажчиком миші позначимо місце для розміщення вихідної точки першої деталі складання. При бажанні можна сполучити вихідну точку складального простору з вихідною точкою цієї деталі. Коли точка обрана, клацнемо лівою кнопкою миші, і деталь буде розміщена в просторі. Аналогічним образом у складальний простір додаються всі деталі, необхідні для побудови складання.

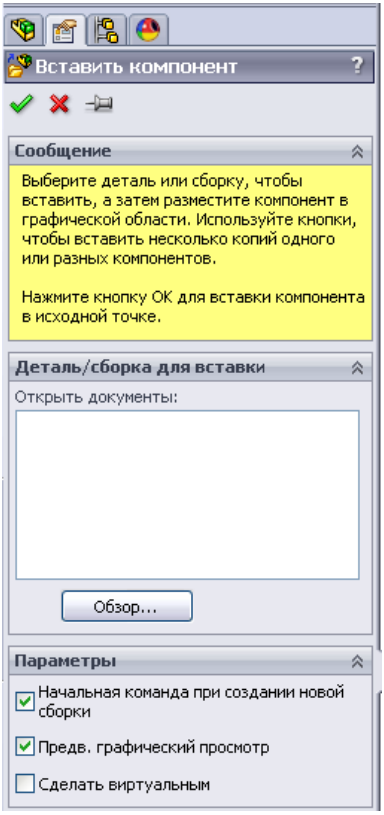


Рисунок 11.5 - Процес додавання компонента у складання

При створенні складання в SolidWorks можна зафіксувати деталі, тобто зробити їх нерухливими в просторі. Зафіксована деталь чи ні, можна довідатися в дереві конструювання. Якщо в імені деталі є префікс **(ф)**, то вона зафіксована і її неможливо перемістити, якщо префікс має вигляд (-), то її положення в просторі не визначене. Перша деталь складання автоматично є зафіксованою.

Зафіксувати або звільнити деталь можна, якщо клацнути правою кнопкою миші на назві деталі в дереві конструювання, й на панелі що з'явилася, у розділі **«Компонент»** позначити **«Зафиксированный»** або **«Освободить»** (рис. 11.6).

Незафіксовані деталі в складальному просторі можна легко переміщати, нажавши кнопку - **«Переместить компонент»** панелі інструментів **«Сборка»**. Обертати незафіксовані деталі дозволяє кнопка - **«Вращать компонент»**. Щоб зібрати деталі в єдину конструкцію, потрібно задати умови сполучення.

Для цього на панелі інструментів **«Сборка»** необхідно активізувати кнопку - **«Условия сопряжения»**.

З'явиться вікно **«Сопряжение»**, де в розділі **«Выбор сопряжений»** слід указати об'єкти, що сполучаються (поверхні, крайки, осі, грані) і тип сполучення.

Об'єкти виділяються за допомогою курсору миші, імена об'єктів, що сполучаються, вказуються у вікні - **«Объекты для сопряжения»**, у розділі **«Выбор сопряжений»** (рис. 11.8). Тип сполучення вибирається в розділах **«Стандартные сопряжения, Дополнительные сопряжения, Механические сопряжения»** (рис. 11.8).

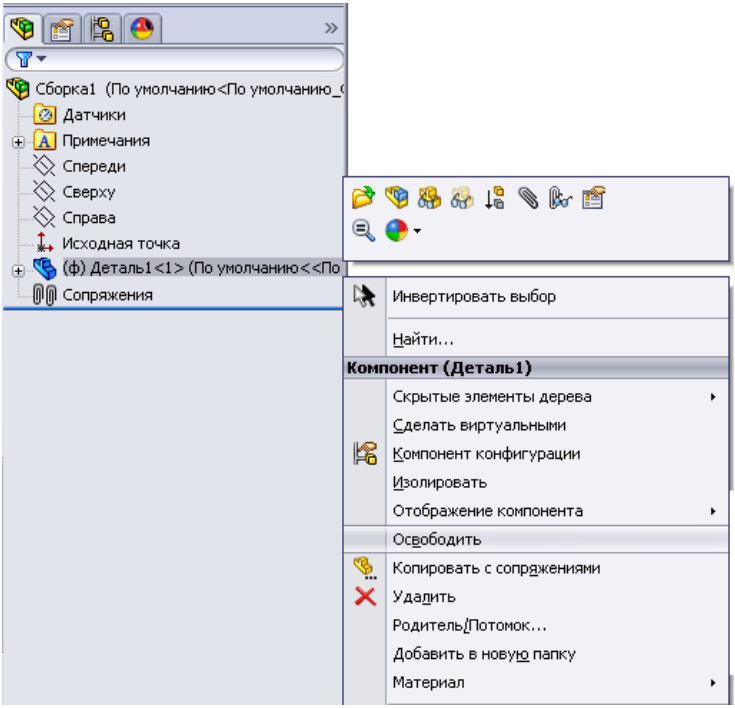


Рисунок 11.6 - Процес фіксації (звільнення) деталі в складанні

У загальному випадку для створення складання обирають наступні стандартні сполучення (рис. 11.8):

- **«Совпадение»** - елементи деталей (осі, крайки, поверхні, грані) збігаються на нескінченності;
- **«Параллельность»** - указує на паралельне розташування граней, поверхонь, крайок або осей деталей;
- **«Перпендикулярность»** - обрані елементи розташовуються під кутом 90°;
- **«Касательность»** - указує на дотичність відзначених поверхонь, при цьому хоча б одна поверхня повинна бути неплоскою (сферичної, циліндричної, конічної);
- **«Концентричность»** - указує на концентричне розташування циліндричних, конічних, сферичних поверхонь і крайок;
- **«Заблокировать»** - це сполучення дозволяє прив'язати два компоненти складання одне до одного, зберігаючи їх взаємне

розташування й орієнтацію;

- **«Расстояние»** - виділені поверхні, осі, крайки розташовуються на зазначеній відстані;
- **«Угол»** - виділені елементи розташовуються під деяким кутом.

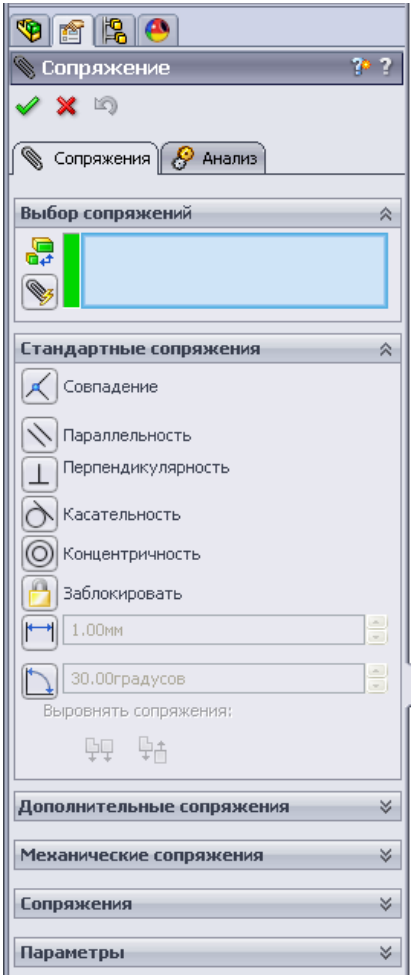


Рисунок 11.8 - Типи сполучень

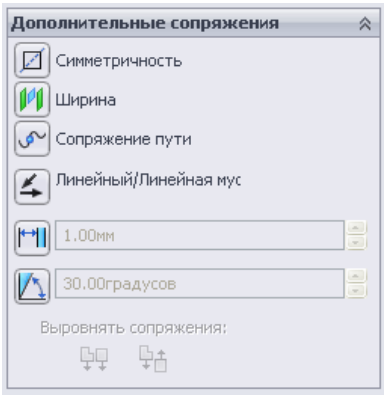


Рисунок 11.7 - Додаткові сполучення

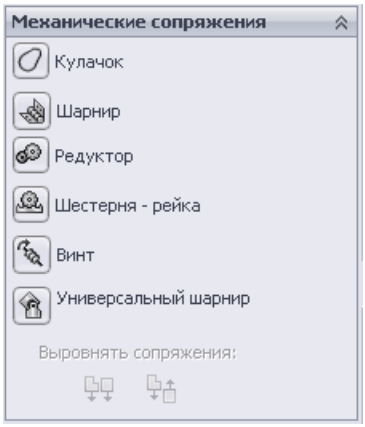


Рисунок 11.9 - Механічні сполучення

У вікні **«Сопряжения»**, в розділі **«Дополнительные сопряжения»** доступні шість типів сполучень: **«Симметричность, Ширина,**

Сопряжение пути, Линейный/Линейная муфта, Расстояние, Угол» (рис. 11.7):

- сполучення **«Симметричность»** дозволяє розташувати два схожі елементи симетрично щодо площини або плоскої грані. Використовувати це сполучення можна для наступних об'єктів: точки (вершини), лінії (крайки, осі), площини, плоскої грані, сфери й для циліндричних поверхонь рівних радіусів;
- за допомогою сполучення **«Ширина»** можна центрувати виступ деякої деталі по ширині канавки іншої деталі що сполучається;
- **«Сопряжение пути»** обмежує обрану точку на компоненті (зазвичай яку-небудь вершину), так що вона може переміщатися в складанні тільки по певному шляхову, який складається із крайок, кривих або елементів ескізу;
- сполучення **«Линейный/Линейная муфта»** встановлює взаємозв'язок між переміщенням одного компонента й переміщенням іншого компонента;
- сполучення **«Расстояние»** дозволяє створити сполучення, при якому якийсь компонент складання може переміщатися в певному діапазоні відстаней від іншого компонента. Мінімальна й максимальна відстань вказується у полях **«Максимальное значение»** й **«Минимальное значение»**;
- сполучення **«Угол»** дозволяє створити сполучення, коли один компонентів складання може переміщатися в певному діапазоні кутів щодо іншого компонента. Мінімальне й максимальне значення кута вказується у полях **«Максимальное значение»** й **«Минимальное значение»**.

Два останні сполучення дозволяють фіксувати відстань і кут між компонентами складання в певних межах при їхньому взаємному переміщенні.

Розглянемо сполучення в розділі **«Механические сопряжения»** (рис. 11.9):

- сполучення **«Кулачок»** дозволяє встановити дотичне розташування або збіг поверхні якої-небудь деталі з поверхнею кулачка;
- **«Шарнир»** - це сполучення забезпечує обертання одного компонента складання навколо осі іншого компонента, тобто моделюється робота з'єднання типу шарнір. Сполучення

«Шарнир» тотожно одночасному завданню двох сполучень - **«Концентричность»** і **«Совпадение»** (при цьому виключається переміщення уздовж осі);

- сполучення **«Редуктор»** дозволяє здійснювати в складанні спільне обертання двох компонентів (наприклад, зубчастих коліс) навколо обраної осі. Для такого сполучення необхідно указати осі обертання й передатне відношення в розділі **«Пропорция»**;
- сполучення **«Шестерня-рейка»** організує таке взаємне сполучення між компонентами складання, при якому лінійне переміщення однієї деталі (рейки) приводить до обертання іншої деталі (шестірні), і навпаки;
- сполучення **«Винт»** моделює відносне переміщення двох концентрично розташованих компонентів складання аналогічно нарізному сполученню, тобто при обертанні однієї деталі відбувається лінійне переміщення іншої деталі з урахуванням заданого кроку;
- **«Универсальный шарнир»** - це сполучення, при якому обертання одного компонента складання (вхідного вала) навколо своєї осі приводить до обертання іншого компонента (вихідного вала) навколо своєї осі.

Усі задані сполучення складання вказуються в дереві конструювання, у списку **«Сопряжения»**. Найменування кожного сполучення включає імена компонентів які є у ньому. При необхідності сполучення можна вилучити або редагувати, використовуючи можливості дерева конструювання.

Після того як задані всі необхідні сполучення між деталями й зафіксовані деталі, які в реальному складанні залишаються нерухливими, складання вважається готовим.

Показником правильно виконаного складання є відсутність конфліктних сполучень у дереві конструювання й можливість безперешкодного переміщення деталей, подібно руху в реальному об'єкті. Здійснити рух деталей можна за допомогою кнопки - **«Переместить компонент»**.

Побудова складання «зверху-униз».

Для проектування складання методом «зверху-униз» необхідно відкрити тривимірний простір SolidWorks і вибрати режим роботи

програми зі складаннями, виконавши команду **«Файл | Новый... | Сборка»**. Потім у дереві конструювання виберемо площину **«Спереди»**, увійдемо в ескіз і побудуємо компонувальний ескіз складання.

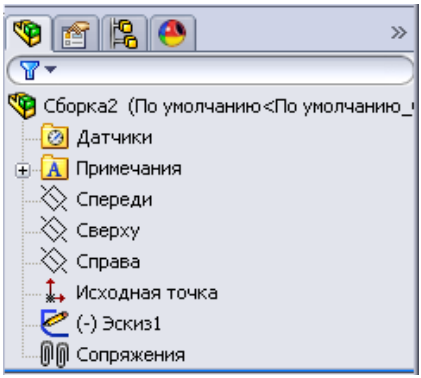


Рисунок 11.10 - Елемент «Эскиз1» в дереві конструювання

При малюванні ескізу потрібно обов'язково задати взаємозв'язки між елементами (лініями, окружностями, дугами і т.д.).

У цілому, компонувальний ескіз складання повинен бути визначений. Коли закінчите створення ескізу, вийдіть із нього, при цьому в дереві конструювання над рядком **«Сопряжения»** з'явиться елемент **«Эскиз1»** - це і є компонувальний ескіз складання (рис. 11.10). Тепер можна зберегти складання й почати проектування окремих деталей складання.

Для проектування деталей на основі компонувального ескізу необхідно вибрати команду меню: **«Вставка | Компонент | Новая деталь...»** (рис. 11.11) або скористатися командою - **«Создать»** панелі інструментів **«Сборка»**.

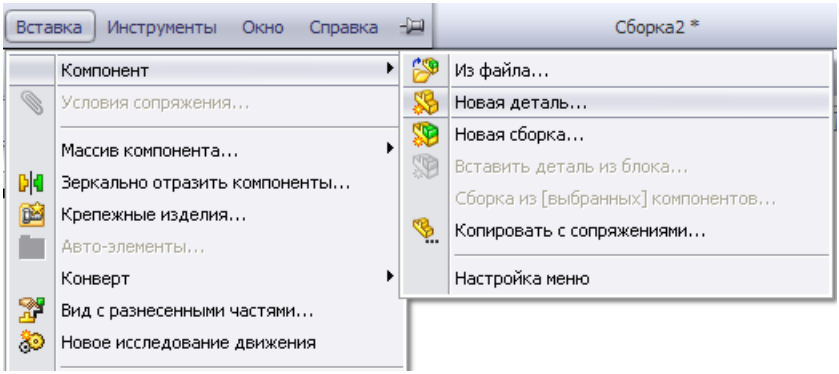


Рисунок 11.11 - Створення нової деталі

У дереві конструювання над рядком **«Сопряжения»** з'явиться новий елемент з іменем **[Деталь1^Сборка2]** (рис. 11.12). Тепер мож-

на почати побудову деталі. При цьому компонувальний ескіз складання залишається на екрані в якості допоміжного об'єкта.

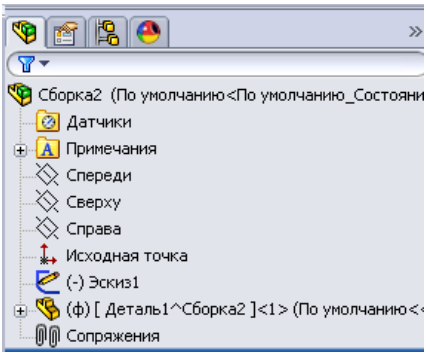


Рисунок 11.12 - Новий елемент в дереві конструювання

Побудова деталі в режимі складання "зверху-униз" аналогічно конструюванню деталі у шаблоні **«Деталь»**, але спочатку потрібно вийти зі складання й увійти в режим редагування деталі.

Для цього виділіть рядок з іменем деталі в дереві конструювання курсором миші і в спливаючому меню активізуйте команду - **«Редактирование детали»** (рис. 11.13). У результаті ви опинитеся в режимі редагування деталі, при цьому рядок у дереві конструювання виділиться синім кольором. Відкриємо дерево конструювання нової деталі, клацнувши значок у рядку імені деталі, і виберемо площину для створення ескізу першого елемента цієї деталі (рис. 11.14). Намалюємо ескіз нової деталі, побудуємо бобишки, оформимо окружності, фаски, округлення, вирізи та інші елементи.

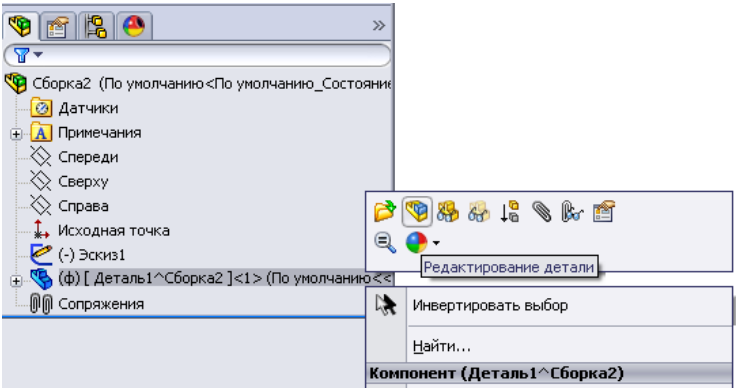


Рисунок 11.13 - Активізація команди редагування деталі

При створенні ескізів деталей складання необхідно використовувати взаємозв'язки між компонувальним ескізом складання й ескізом деталі.

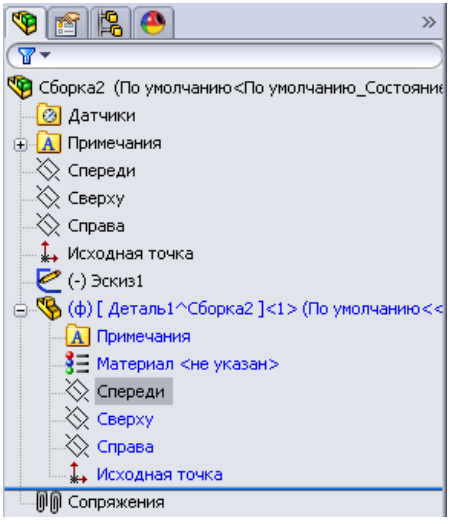


Рисунок 11.14 - Вибір площини для створення ескізу

Щоб почати створення наступної деталі, необхідно відредагувати складання: вийти з режиму редагування першої деталі, клацнути правою кнопкою миші ім'я деталі й вибрати в контекстному меню що з'явилося, команду **«Редактировать сборку: <Имя сборки>»** (рис. 11.15).

У результаті складання буде перебудовано, а ви одержите можливість сконструювати інші деталі складання.

При побудові складання методом "зверху-униз" у файлі складання автоматично створюються віртуальні файли проектованих деталей.

При необхідності ці віртуальні файли можна зберегти як реальні, указавши їхні ім'я та місце розташування (каталог і папку).

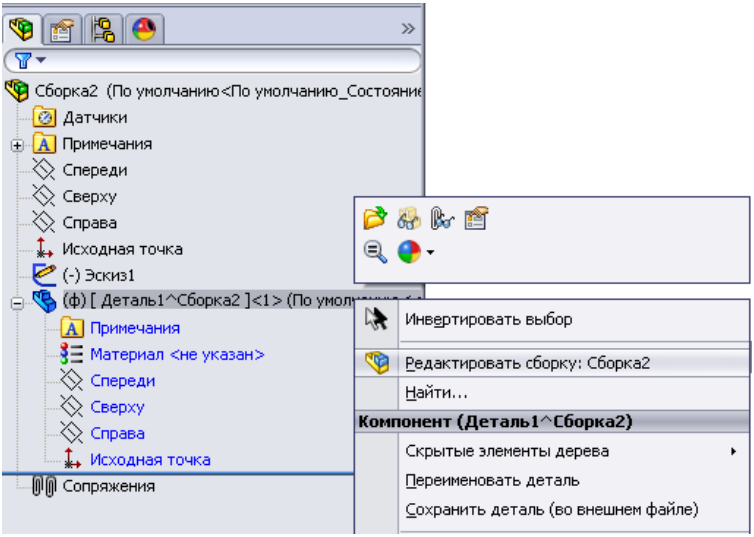


Рисунок 11.15 - Вихід з режиму редагування першої деталі

Основна перевага складання "зверху-униз" полягає в тому, що при редагуванні компонувального ескізу складання відбувається автоматична зміна всього складання й деталей, що входять у нього.

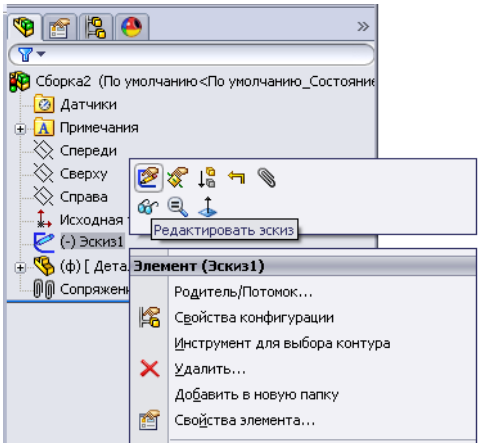


Рисунок 11.16 - Вибір команди «Редактировать эскиз»

Для зміни ескізу складання необхідно в дереві конструювання клацнути правою кнопкою миші елемент **«Эскиз1»** (ескіз складання) і вибрати в спливаючому меню команду - **«Редактировать эскиз»** (рис. 11.16).

Увійдемо в компонувальний ескіз складання, поміняємо його розміри й конфігурацію, потім вийдемо з ескізу. У результаті, зміни перетерпить не тільки складання, але й тривимірні моделі складових її деталей.

Складання " знизу-нагору".

Розглянемо принцип побудови такого складання на прикладі редуктора. У нас є раніше сконструйовані деталі, з яких будемо створювати складання: корпус редуктора, зубчасте колесо, вал східчастий, кришка, манжета, гвинт із шестигранною головкою, кришка з маслоотгонним різьбленням - усі ці деталі були побудовані раніше. Окремо були створені наступні деталі: глуха кришка, втулка, вал-шестірня, шпонка, гайка й шайба.

Для початку побудуємо просте складання, що складається всього із двох деталей - Кришки й Манжети. Цю складальну одиницю потім будемо використовувати в якості компонента загального складання редуктора.

Приклад № 1. Кришка

Для побудови складання запустимо програму SolidWorks і ввійдемо в режим створення складання, вибравши шаблон **«Сборка»** (рис. 11.1). Не забудьте настроїти панель інструментів. Для цього виберіть команду меню **«Инструменты | Настройка | Панели инструментов»** і поставте прапорець **«Складання»**.

1. Помістимо в складальний простір деталь **Кришка**, для цього активізуємо команду меню **«Вставка | Компонент | Из файла»** або скористаємося кнопкою - **«Вставить компоненты»** панелі інструментів **«Сборка»**. У вікні що відкрилося, **«Вставить компонент»** (рис. 11.5) натиснемо кнопку **«Обзор»**, виберемо в робочому каталозі файл **Кришка.SLDPRT** і натиснемо кнопку **«Открыть»** (рис. 11.17).

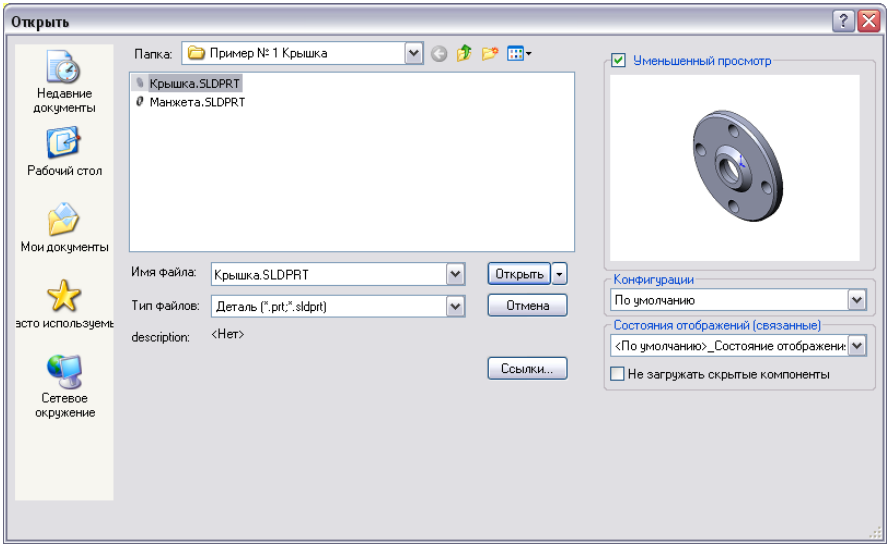


Рисунок 11.17 - Додавання компонента у складання

У результаті цих дій ми знову опинимося в складальному просторі. Курсором укажемо місце розташування деталі **Кришка** в складальному просторі, сполучивши її вихідну точку з вихідною точкою складання (рис. 11.18). Деталь розміститься в тривимірному просторі, а в дереві конструювання з'явиться рядок **(ф) Кришка<1>**. Префікс **(ф)** означає зафіксоване положення деталі в складальному просторі. Перша деталь, що вставляється в складання, завжди є зафіксованою.

2. Аналогічним чином помістимо в складальний простір деталь **Манжета** (рис. 11.19).

3. Перш ніж задати сполучення, зорієнтуємо деталі в просторі з урахуванням конфігурації створюваного складання, для цього активізуємо кнопку - **«Вращать компонент»** і повернемо манжету в напрямку до кришки (рис. 11.20).

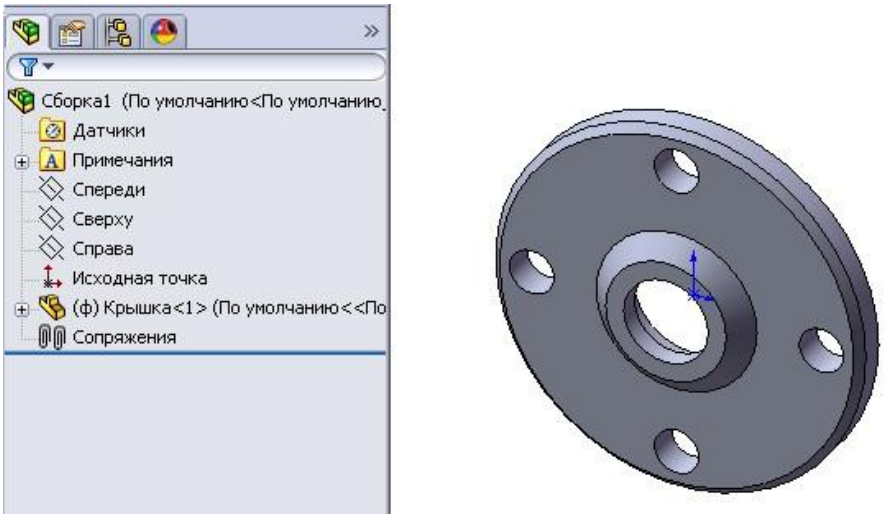


Рисунок 11.18 - Додана в складання деталь Кришка

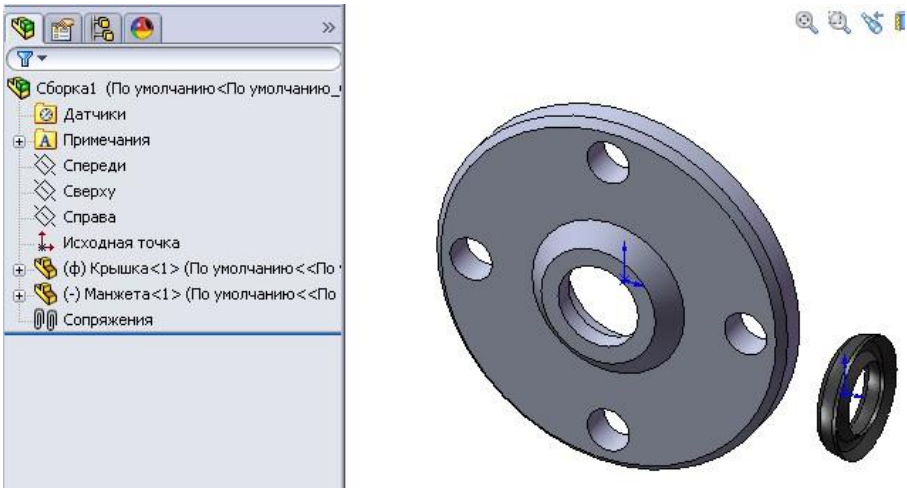


Рисунок 11.19 - Додана в складання деталь Манжета

4. Щоб зібрати ці дві деталі в єдину конструкцію, задамо умови сполучення. Для цього на панелі інструментів **«Сборка»** активізуємо кнопку - **«Условия сопряжения»**.

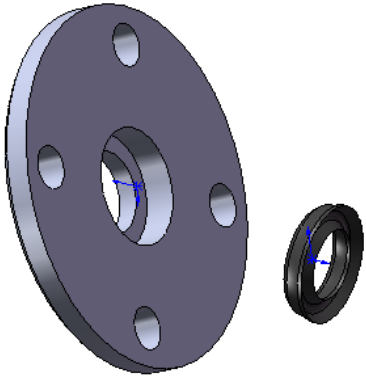


Рисунок 11.20 - Зміна розташування деталей

На екрані з'явиться вікно **«Сопряжения»**, де вкажемо елементи, деталей що сполучаються, і типи сполучень: **«Концентричность»** - внутрішньої циліндричної грані кришки й крайки манжети (рис. 11.21); **«Совпадение»** - плоских поверхонь кришки й манжети (рис. 11.22).

5. Закінчимо створення складання, нажавши кнопку **OK.** У результаті одержимо кришку з манжетою в зборі, а в Дереві Конструювання в групі **«Сопряжения»** з'являться два сполучення - **«Концентричный1»** і **«Совпадение1»** (рис. 11.23).

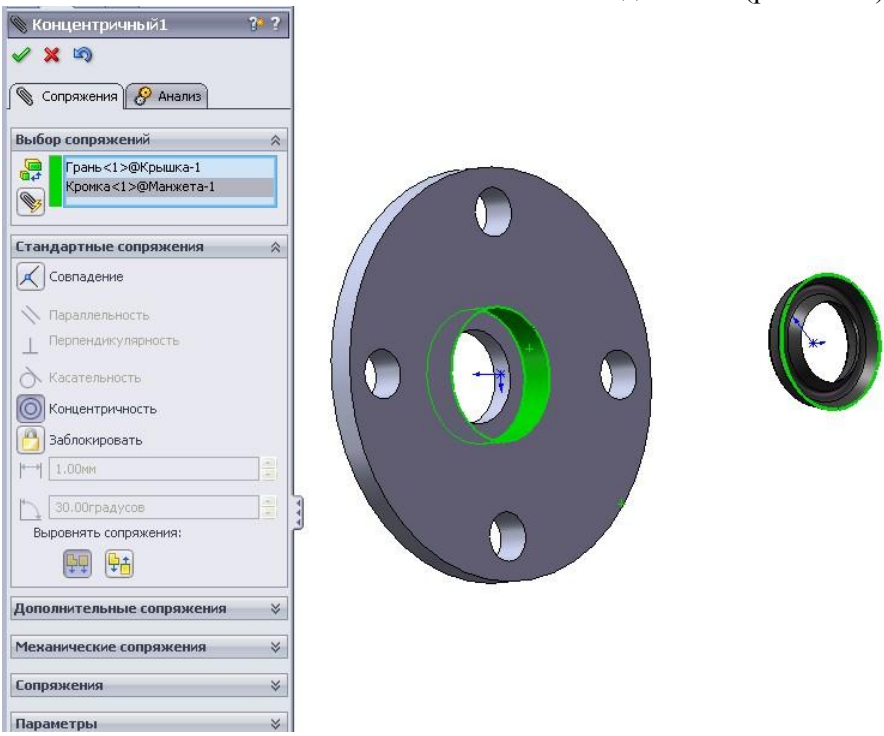


Рисунок 11.21 - Процес завдання сполучень двом деталям

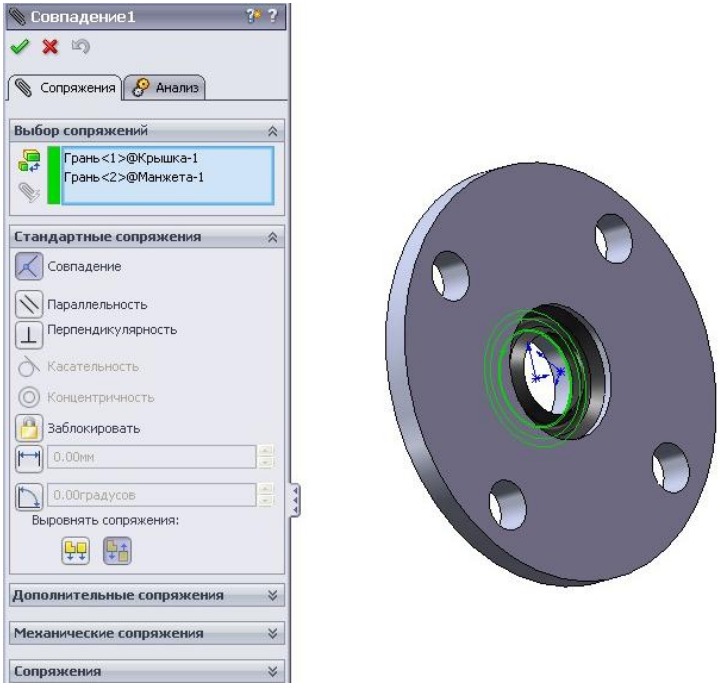


Рисунок 11.22 - Процес сполучення внутрішньої циліндричної грані кришки й крайки манжети

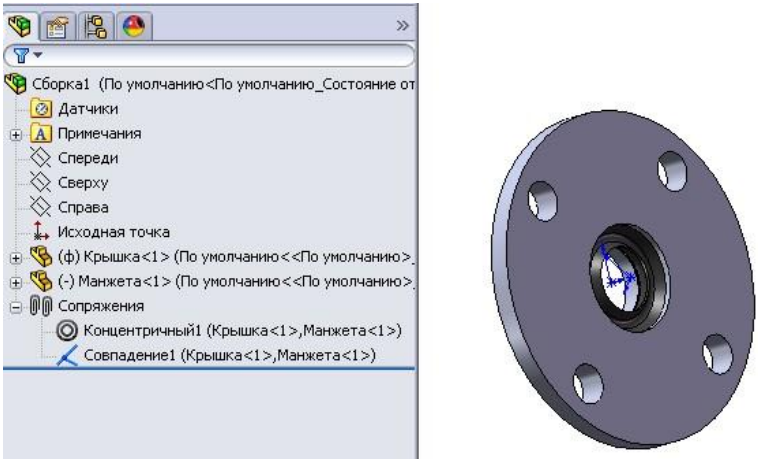


Рисунок 11.23 - Кінцевий результат сполучення двох деталей

Збережемо це складання під іменем **Кришка**.

Приклад № 2. Редуктор.

Розглянемо побудову більш складного складання - редуктора, який спроектуємо на базі раніше сконструйованих деталей. Для початку запустимо програму SolidWorks і виконаємо наступні дії в режимі побудови складання.

1. Помістимо в складальний простір деталь **«Корпус редуктора»**, для цього активізуємо команду меню **«Вставка | Компонент | Из файла»** або скористаємося кнопкою - **«Вставить компоненты»** панелі інструментів **«Сборка»**. У вікні **«Вставить компонент»** натиснемо кнопку **«Обзор»**, виберемо елемент **«Корпус редуктора.SLDPRT»** і натиснемо кнопку **«Открыть»** (рис. 11.24).

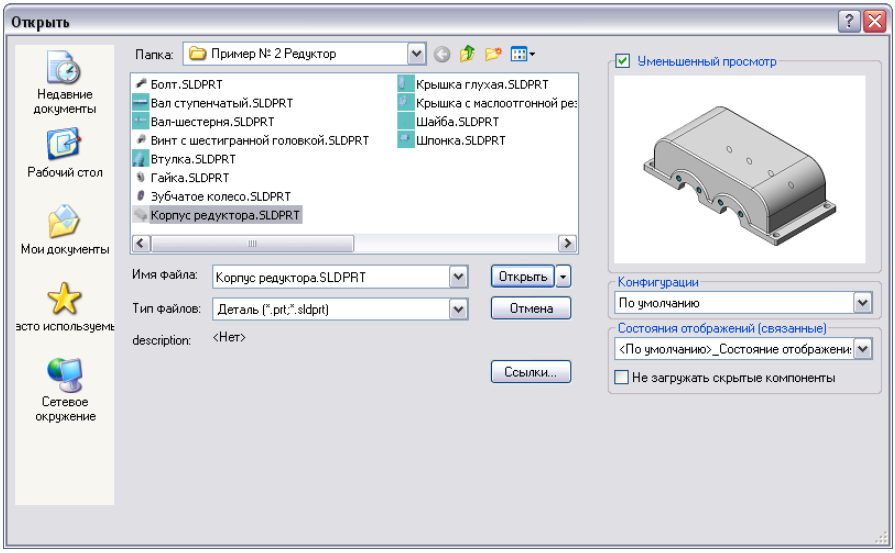


Рисунок 11.24 - Додавання деталі в простір складання

2. Помістимо корпус редуктора в тривимірний складальний простір (рис. 11.25).

3. Це нижня половина корпуса редуктора, у якій ми будемо розташовувати інші деталі складання, тому її необхідно розвернути на 180°. Але спочатку корпус редуктора потрібно звільнити, тому що перша деталь складання завжди фіксується в просторі. Для звільнення деталі клацнемо правою кнопкою миші на її назві в дереві конструю-

вання й в контекстному меню що з'явилося активізуємо команду **«Освободить»** (рис. 11.26).

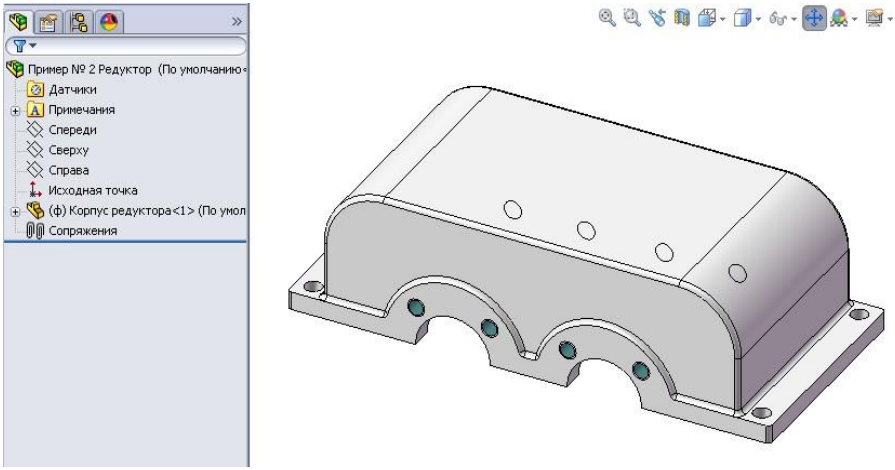


Рисунок 11.25 - Додана деталь «Корпус редуктора» в складання

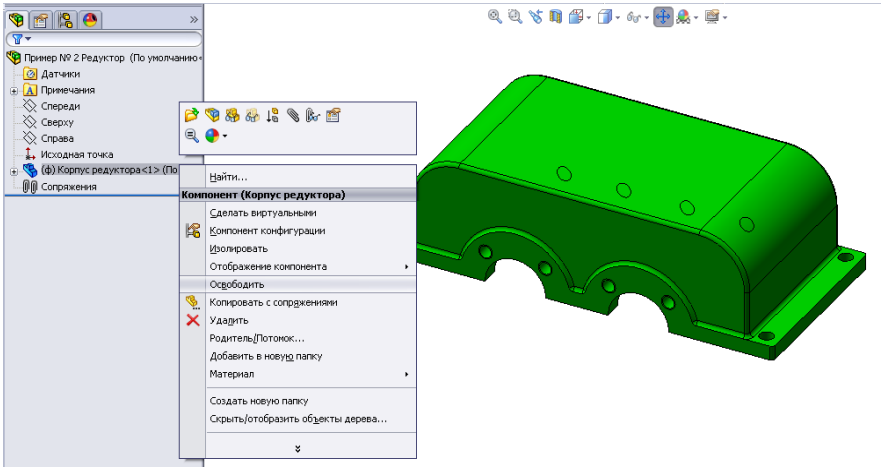


Рисунок 11.26 - Процес зняття фіксації з деталі

У результаті префікс перед іменем деталі в дереві конструювання поміняє свій вид на прочерк, а деталь отримає волю переміщення.

4. Тепер перевернемо деталь, для чого скористаємося кнопкою - **«Вращать компонент»** панелі інструментів **«Сборка»** (рис. 11.27).

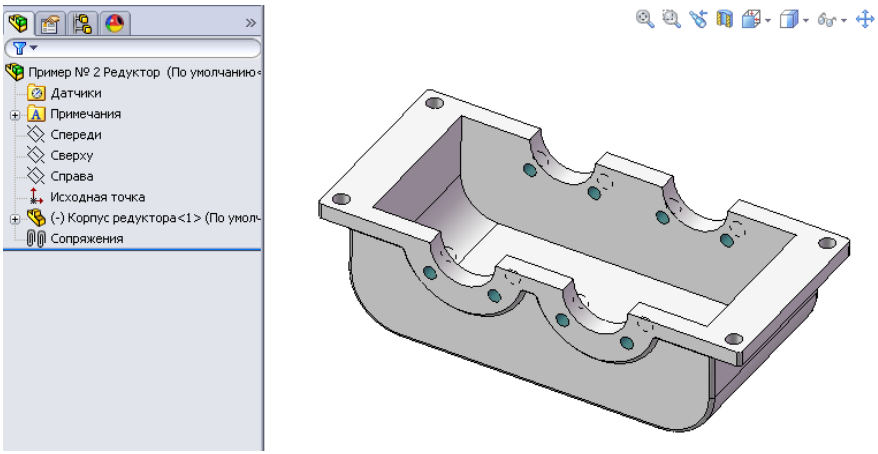


Рисунок 11.27 - Перевернута деталь «Корпус редуктора» в складанні

5. Для того щоб корпус редуктора зорієнтувати щодо площин тривимірного простору, задамо умови сполучення: збіг площини **«Сверху»** й днища корпуса (рис. 11.28), а також збіг бічних поверхонь корпуса із площинами **«Спереди»** й **«Справа»**.

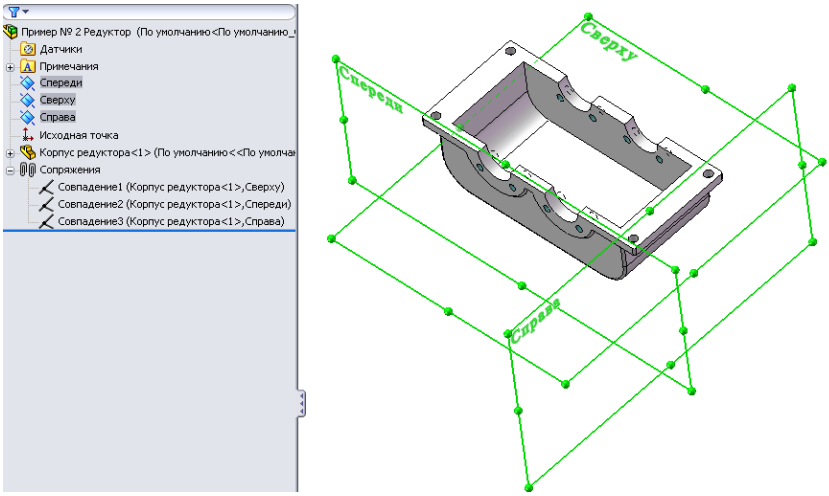


Рисунок 11.28 - Завдання умов сполучення деталі

Таким чином, корпус редуктора одержав однозначну орієнтацію

в тривимірному складальному просторі, і його фіксування тепер не потрібне.

11. Розмістимо в складальному просторі наступні деталі: вал східчастий, вал-шестерню, зубчасте колесо й шпонку (рис. 11.29). Для розташування цих деталей у складанні скористаємося кнопкою - **«Вставить компоненты»** панелі інструментів **«Сборка»**.

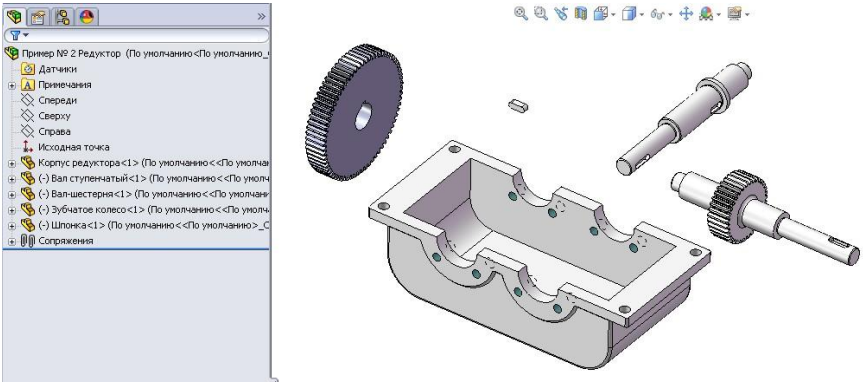


Рисунок 11.29 - Додані деталі в простір складання

7. Спочатку помістимо шпонку в шпонковий паз східчастого вала. Для цього натиснемо кнопку - **«Условия сопряжения»**. У вікні **«Сопряжения»** вкажемо перше сполучення шпонки й вала - **«Совпадение»** (рис. 11.30).

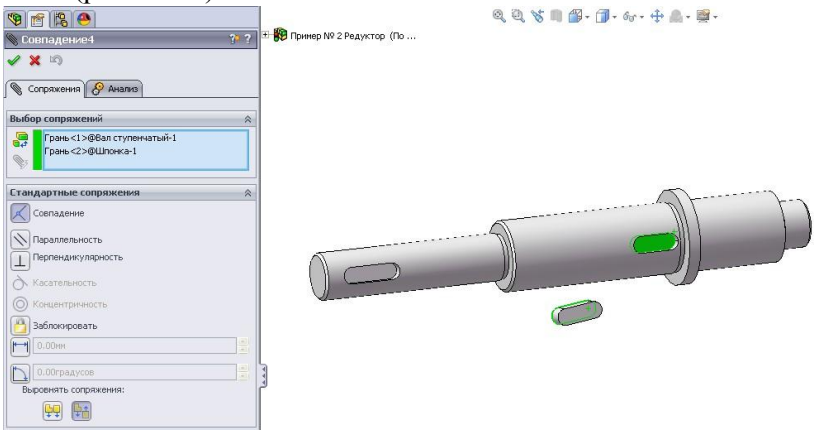


Рисунок 11.30 - Процес розміщення шпонки у шпонковий паз вала

Збіг поверхонь спостерігається на нескінченності, незалежно від орієнтації деталей.

8. Укажемо ще два сполучення між елементами шпонки й вала - концентричність циліндричних поверхонь бічних граней шпонки й шпонкового паза (рис. 11.31).

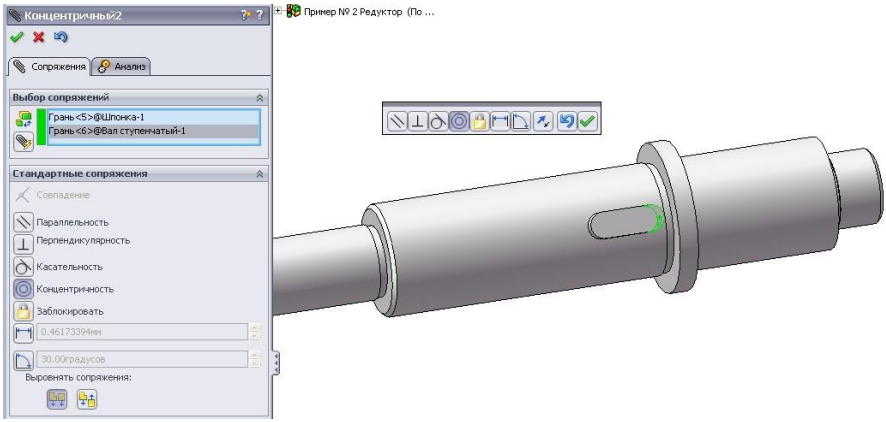


Рисунок 11.31 - Призначення додаткових сполучень для шпонки й вала

У результаті завдання перерахованих сполучень шпонка жорстко розташується в шпонковому пазу східчастого вала.

9. Помістимо зубчасте колесо на східчастий вал. Для цього досить задати три сполучення: концентричність - для внутрішнього отвору зубчастого колеса й зовнішньої поверхні вала; збіг - для плоских бічних граней шпонки й шпонкового паза колеса; збіг - для торцевих поверхонь зубчастого колеса й бурта вала (рис. 11.32).

10. Помістимо вал зі шпонкою й зубчастим колесом у корпус редуктора. Для цього задамо наступні сполучення: концентричність циліндричних поверхонь вала й корпуса редуктора; збіг внутрішньої плоскої поверхні корпуса із плоскою торцевою поверхнею виступу вала (рис. 11.33).

11. Аналогічним образом розташуємо вал-шестірню в корпусі редуктора, застосувавши два сполучення: концентричність циліндричних поверхонь і збіг торцевого бурту й плоскої внутрішньої грані корпуса (рис. 11.34).

12. У реальному редукторі при обертанні зубчастого колеса відбувається обертання вала-шестірні.

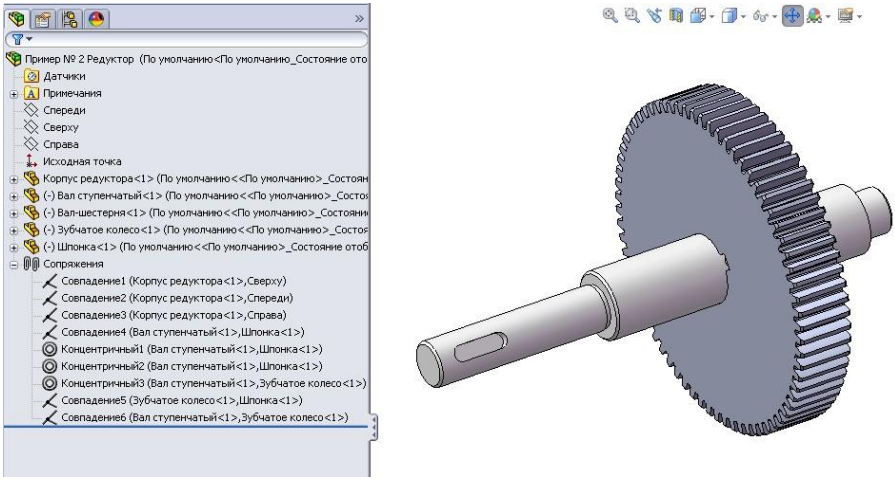


Рисунок 11.32 - Зубчасте колесо розміщене на валу

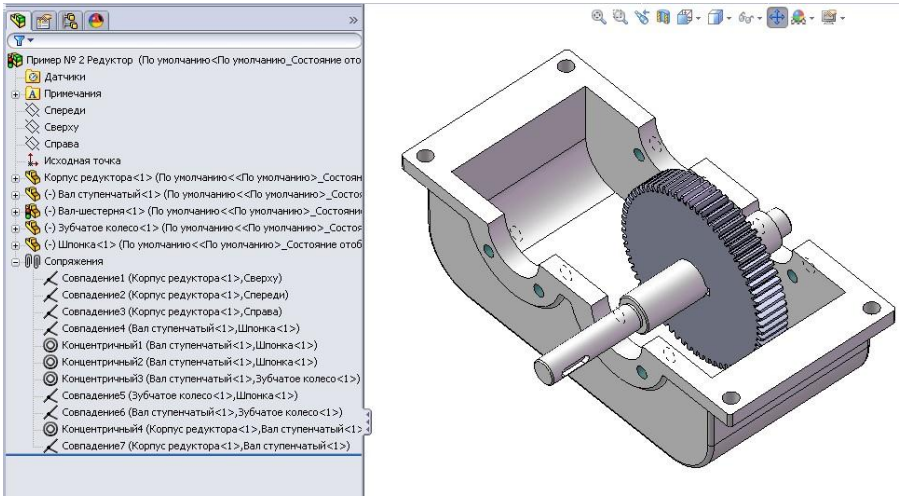


Рисунок 11.33 - Вал зі шпонкою й зубчастим колесом у корпусі редуктора

При цьому швидкість обертання вала-шестірні у два рази перевищує швидкість обертання східчастого вала із зубчастим колесом, тобто передатне відношення рівне двом. Таке обертання можна реалізувати й в SolidWorks. Спочатку розташуємо зубчасте колесо й шестірню таким чином, щоб зуби шестірні точно потрапили між зубами

колеса (рис. 11.35). Для цього використовуємо кнопку - **«Вращать компонент»** панелі інструментів **«Сборка»**.

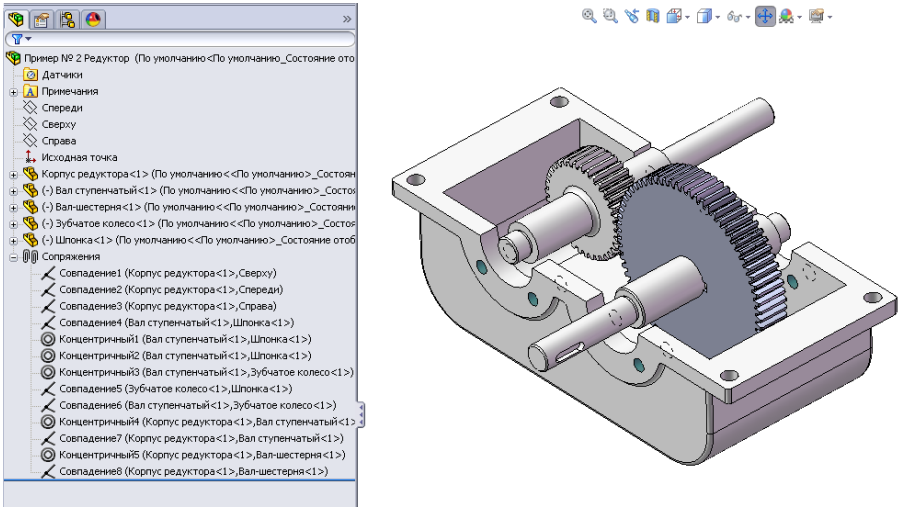


Рисунок 11.34 - Вал-шестірня додана в корпус редуктора

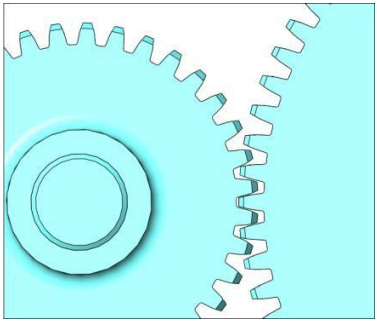


Рисунок 11.35 - Орієнтація зубів шестерні й колеса

13. Активізуємо кнопку - **«Условия сопряжения»** й у розділі **«Выбор сопряжений»** укажемо крайки вершин зубів східчастого вала й вала-шестірні, у розділі **«Механические сопряжения»** виберемо тип сполучення **«Редуктор»**, а в полях вікна **«Пропорция»** введемо 142 і 771,69.

У якості пропорції вказуються діаметри зубів, а передатне відношення програма SolidWorks розраховує самостійно (рис. 11.36).

Тепер при обертанні зубчастого колеса шестірня буде також обертатися, імітуючи роботу реального зубчастого зачеплення.

У даному редукторі використовуються чотири радіальні шарикопідшипники шириною 15 мм із зовнішнім діаметром 52 мм і внутрішнім діаметром 20 мм.

14. Створювати підшипники немає необхідності, тому що в

SolidWorks є Бібліотека проектування стандартних деталей, які можна легко додати в будь-яке складання.

Для настроювання Бібліотеки проектування спочатку звернемося до меню **«Инструменты | Добавления...»** і у вікні, що відкрилося, **«Добавления»** поставимо два прапорці - **«SolidWorks Toolbox»** і **«SolidWorks Toolbox Browser»** (рис. 11.37).

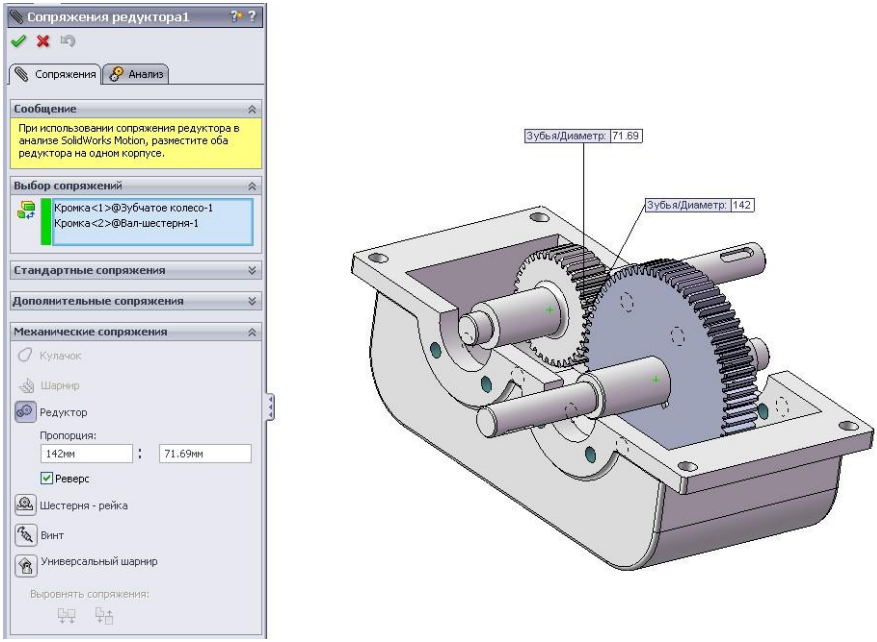


Рисунок 11.36 - Завдання чисельних значень при призначенні сполучень

15. Відкриємо **«Библиотеку проектирования»**, нажавши однойменну кнопку на панелі завдань, праворуч від області проектування (рис. 11.38), і відкриємо папку **Toolbox**.

16. Бібліотечні деталі розташовані в каталогах, відповідних до світових систем стандартів. У додатку **Toolbox** для SolidWorks є каталог деталей, відповідних до стандартів країн СНД - ГОСТ. Виберемо каталог ГОСТ, у цьому каталозі відкриємо папку **«Подшипники шариковые»** (рис. 11.39), де, у свою чергу, **«ГОСТ 2893-75 Радиальные»**. Оберемо тип підшипника, який будемо вставляти в складання - **«Средняя узкая серия»**.

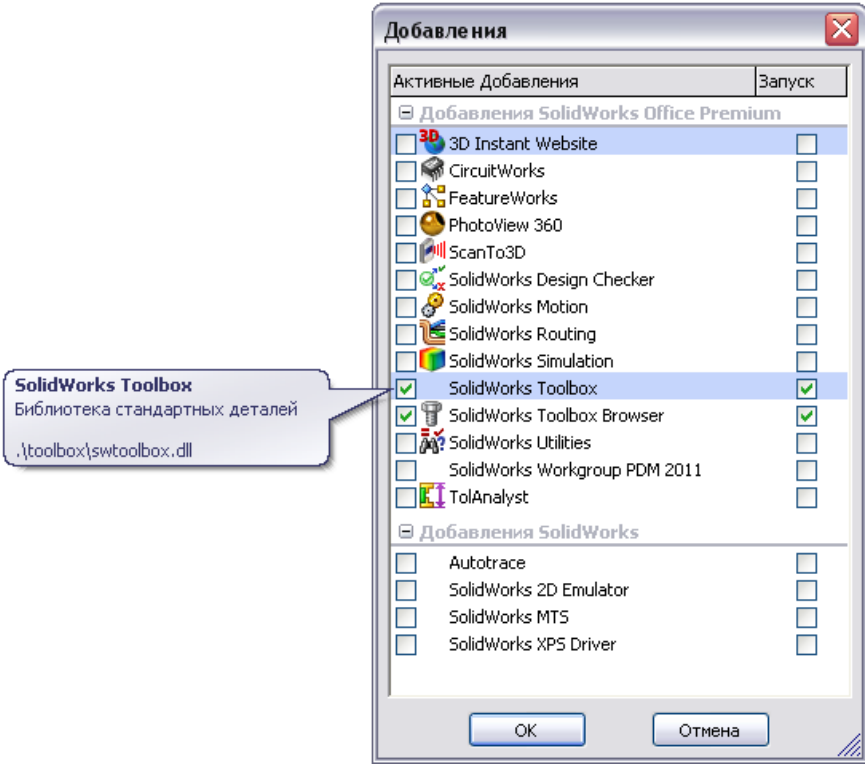


Рисунок 11.37 - Настроювання Бібліотеки проектування

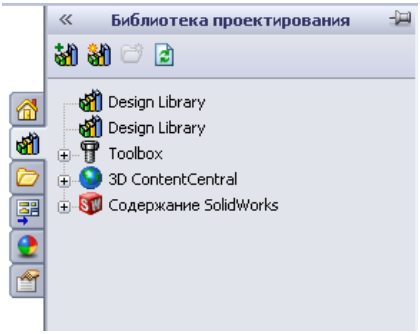


Рисунок 11.38 - Папка Toolbox у дереві конструювання

У тому випадку, якщо в **Toolbox** відсутня папка з деталями, відповідними до стандарту ГОСТ, можна скористатися аналогічними деталями бібліотеки **ISO**.

17. Клацнемо правою кнопкою миші по назві типу підшипників і на панелі, що відкрилася, активізуємо рядок **«Вставить в сборку...»** (рис. 11.40). Можна також просто перетягнути потрібний тип підшипника з бібліотеки в складальний простір.

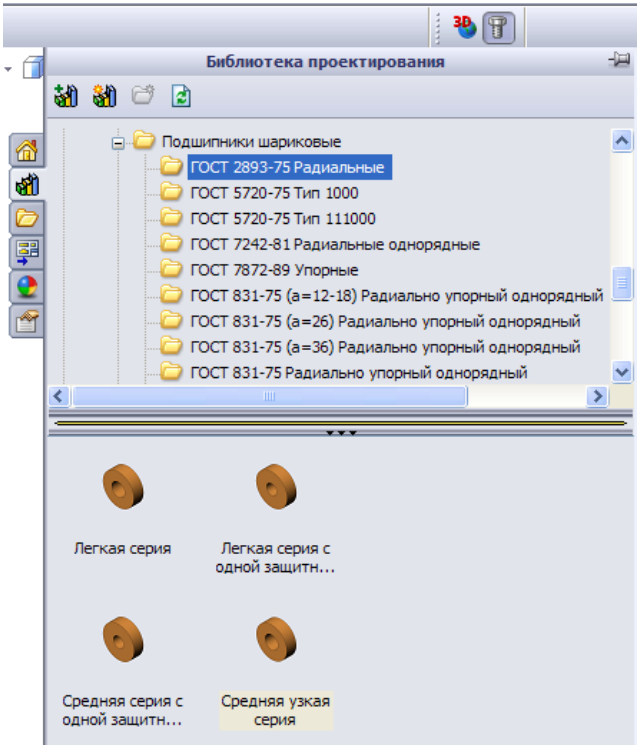


Рисунок 11.39 - Відкрита папка «Подшипники шариковые»

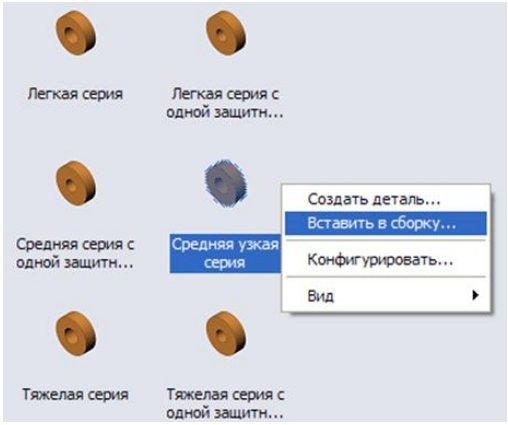


Рисунок 11.40 - Додавання підшипника з бібліотеки в складальний простір

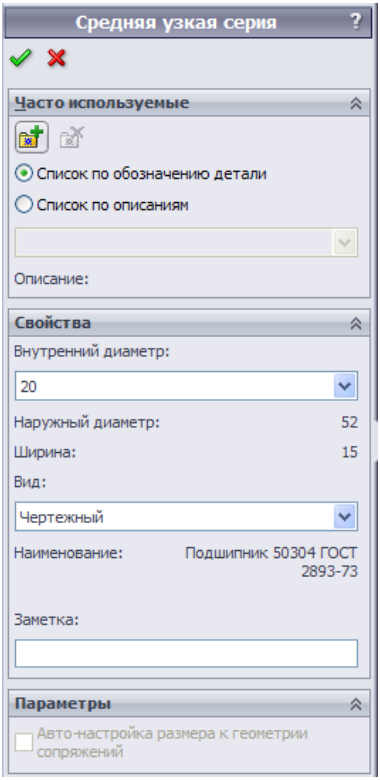


Рисунок 11.41 - Завдання параметрів підшипника

18. У вікні **«Средняя узкая серия»** (рис. 11.41) уведемо в розділі **«Свойства»** внутрішній діаметр підшипника - 20. Інші розміри підшипника визначаються автоматично на підставі внутрішнього діаметра і його типу: зовнішній діаметр підшипника складе 52 мм, а ширина - 15 мм (рис. 11.41).

19. Натиснемо кнопку **ОК**, у результаті підшипник з'явиться в складанні. Подібним чином розмістимо в складанні ще три підшипники (рис. 11.42).

При додаванні з Бібліотеки проектування необхідно вказувати вихідну точку деталі, що додається, у складальному просторі.

20. Задамо сполучення першого підшипника. Для цього активізуємо кнопку - **«Условия сопряжения»** й у вікні, що з'явилося на екрані, **«Сопряжения»** виберемо **«Концентричность»** підшипника й східчастого вала, а також **«Совпадение»** плоских торцевих граней корпуса й підшипника (рис. 11.43).

21. Подібним чином установимо інші підшипники в складання (рис. 11.44).

22. Наступним етапом створення складання стане розміщення кришок і втулки. Для чого скористаємося кнопкою - **«Вставить компоненты»**. Розмістимо в складальному просторі наступні деталі: дві глухі кришки, кришку з маслоотгонним різьбленням, кришку (складання кришки з манжетою) і втулку (рис. 11.45).

Розташуємо кришки в такий спосіб: глухі кришки на двох кінцях східчастого вала й вала-шестірні, кришку з маслоотгонним різьбленням на вихідному кінці вала-шестірні й кришку з манжетою на вихідному кінці східчастого вала (рис. 11.45).

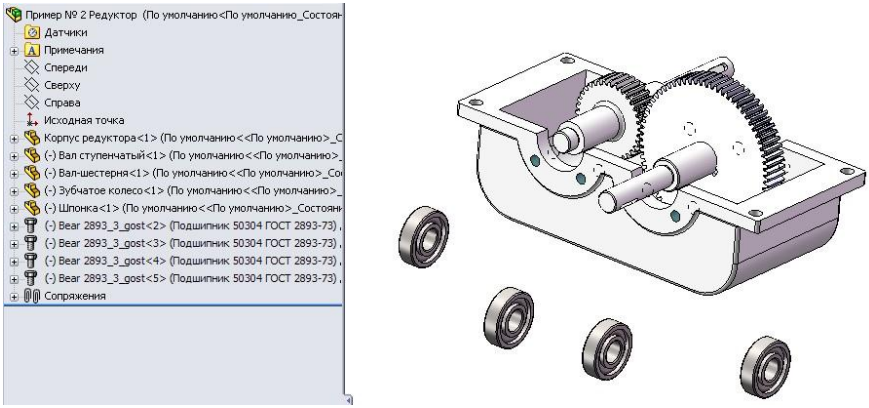


Рисунок 11.42 - Підшипники додані в складання

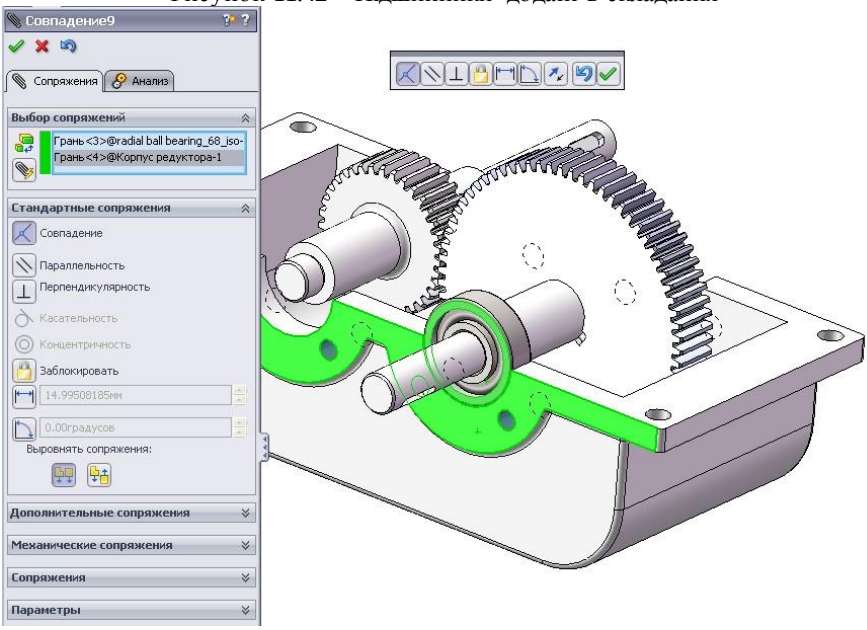


Рисунок 11.43 - Завдання сполучення першого підшипника

23. Задамо для кришок наступні умови сполучення - концентричність валів і кришок, збіг плоских поверхонь кришок і корпуса, концентричність кріпильних отворів кришки й корпуса (рис. 11.46).

24. Розташуємо втулку на східчастому валу, задавши сполучен-

ня: концентричність втулки й вала, збіг торцевих поверхонь втулки й зубчастого колеса (рис. 11.47).

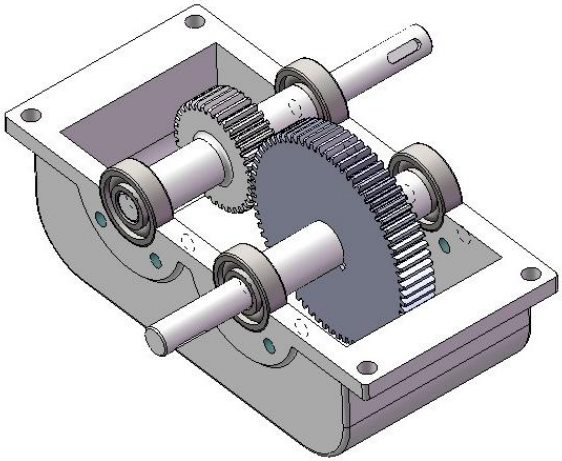


Рисунок 11.44 - Встановлено всі чотири підшипники

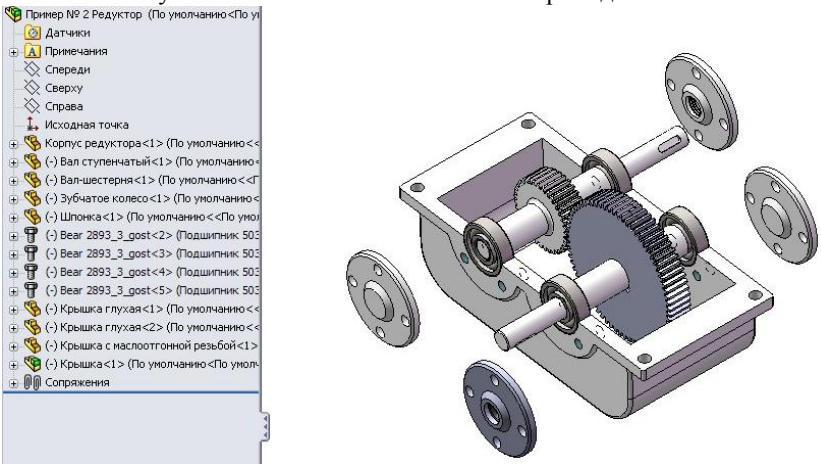


Рисунок 11.45 - Додані кришки і втулки

25. Закриємо редуктор другою половиною кришки, для чого розмістимо в складальному просторі ще одну деталь - Корпус редуктора (рис. 11.48) і вкажемо умови сполучення між першою й другою половиною корпуса (три сполучення типу **«Совпадение»** між однойменними площинами половин корпуса).

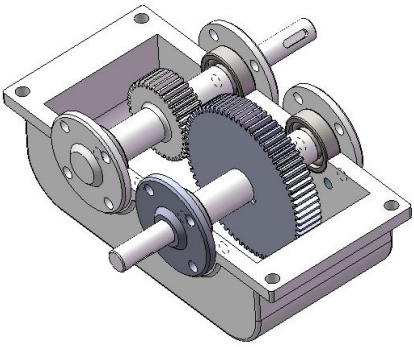


Рисунок 11.46 - Завдані умови сполучення

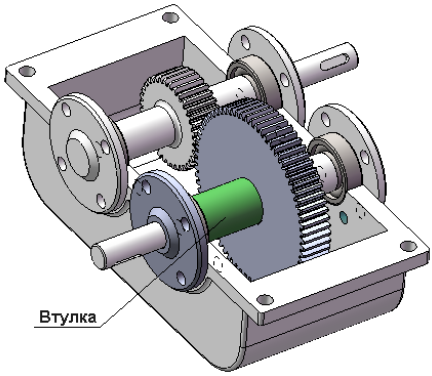


Рисунок 11.47 - Додано втулку

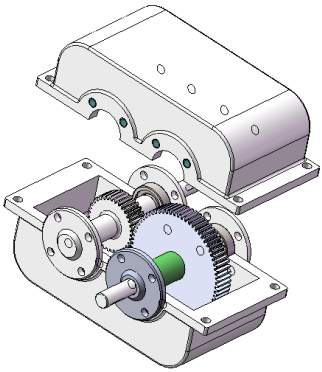


Рисунок 11.48 - Додано кришку

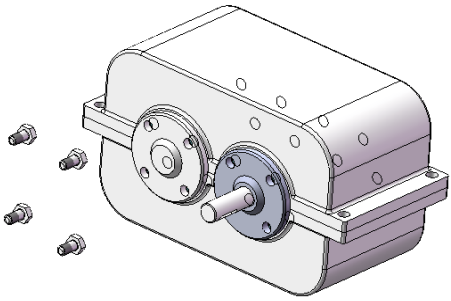


Рисунок 11.49 - Додано гвинти

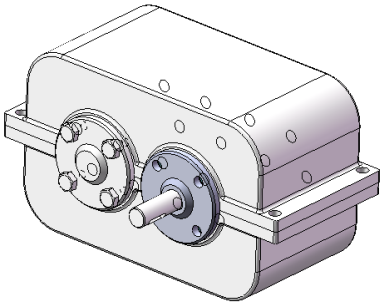


Рисунок 11.50 - Гвинти розмішені на кришці

Редуктор майже готовий, залишилося лише розташувати кріпильні деталі: гвинти, шайби й гайки. При формуванні складання можна скористатися можливостями Бібліотеки проектування. Однак необхідні для складання гвинти були нами сконструйовані, і саме їх ми будемо використовувати для закріплення кришок.

26. Закріпимо першу кришку. Помістимо чотири гвинти із шестигранною головкою в складальний простір (рис. 11.49). У процесі розміщення деталей у складанні завжди необхідно уточнювати конфігурацію деталі, що вставляється.

27. Перевернемо гвинти згідно з їхнім розташуванням у складанні й задамо наступні умови сполучення: концентричність гвинта й отвору в кришці, а також збіг плоских поверхонь головки гвинта й кришки (рис. 11.50). Аналогічним образом можна встановити всі гвинти на, що залишилися трьох кришках, але ця процедура є тривалою й трудомісткою. Для прискорення процесу складання використовуємо можливості SolidWorks - команду **«Зеркально отразить компоненты...»**. Застосування цієї команди в цьому випадку виправдане, тому що корпус редуктора симетричний у двох напрямках. Для того щоб скористатися цією командою, необхідно побудувати площини дзеркального відбиття.

28. Перша площина паралельна площини **«Спереди»**, на відстані від неї 73 мм. Для створення такої площини скористаємося меню **«Вставка | Справочная геометрия | Плоскость...»**. У розділі **«Первая справочная»** вкажемо площину **«Спереди»**, як довідковий (базовий) об'єкт для створення нової площини. У рядку - **«Расстояние смещения»** вкажемо відстань між площинами 73 мм (рис. 11.51).

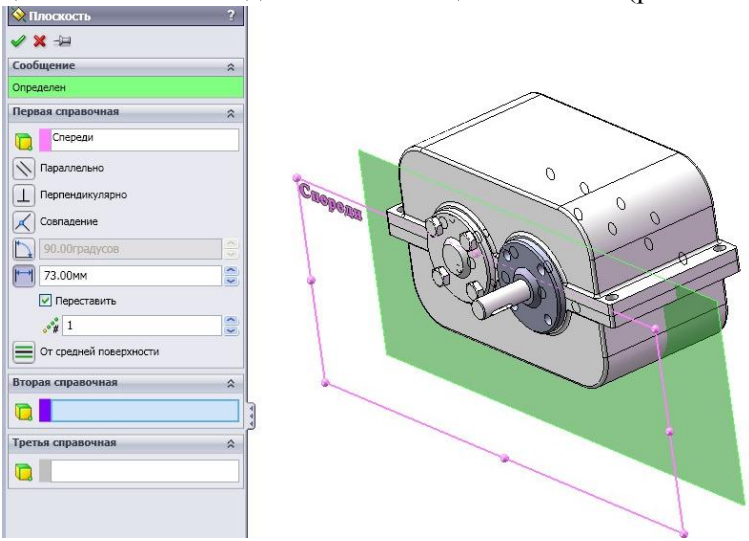


Рисунок 11.51 - Побудова площини дзеркального відбиття

29. Закінчимо створення нової площини натисканням кнопки **OK.** У результаті буде побудована нова площина, паралельна площини **«Спереди»** й віддалена від неї на 73 мм. У дереві конструювання ця площина позначиться як **«ПЛОСКОСТЬ1»**.

30. Подібним чином побудуємо ще одну допоміжну площину, паралельну площині **«Справа»** і віддалену від неї на 144,5 мм. У дереві конструювання ця площина позначиться як елемент **«ПЛОСКОСТЬ2»** (рис. 11.52).

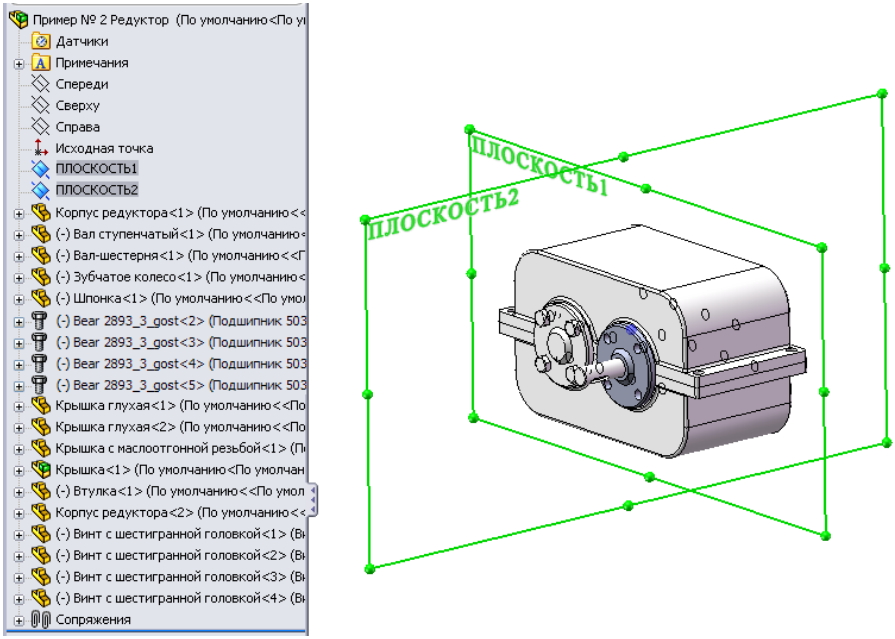


Рисунок 11.52 - Допоміжна площина, паралельна площині «Справа»

31. Розташуємо чотири гвинти в кришці на вихідному кінці східчастого вала, для чого звернемося до меню **«Вставка | Зеркально отразить компоненты...»** (рис. 11.53).

32. На екрані відкриється вікно **«Зеркально отразить компоненты — Шаг 1:Выбранные объекты»** (рис. 11.54), у розділі **«Плоскость для зеркального отражения»** виберемо об'єкт **«ПЛОСКОСТЬ2»**, у розділі **«Зеркально отразить компоненты»** вкажемо чотири гвинти із шестигранною головкою (рис. 11.54).

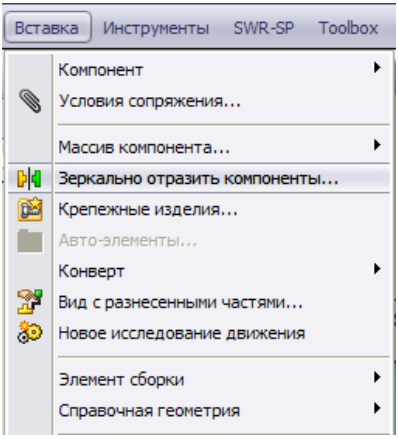


Рисунок 11.53 - Виклик меню «Зеркально отразить компоненты»

33. Натиснемо кнопку - **«Далее»** у вікні **«Зеркально отразить компоненты»**. Задамо орієнтацію компонентів - **«Создать зеркально отраженное исполнение»**. Для вибору деталей при дзеркальному відбитті потрібно клацнути по їх об'ємному зображенню. Вибір компонентів також можна здійснити в дереві конструювання.

У рядку імен копійованих компонентів вказується їхній стан. Значок дзеркала означає, що новий компонент буде точним дзеркальним відбиттям вихідної деталі, при цьому геометрія компонента зміниться (рис. 11.55).

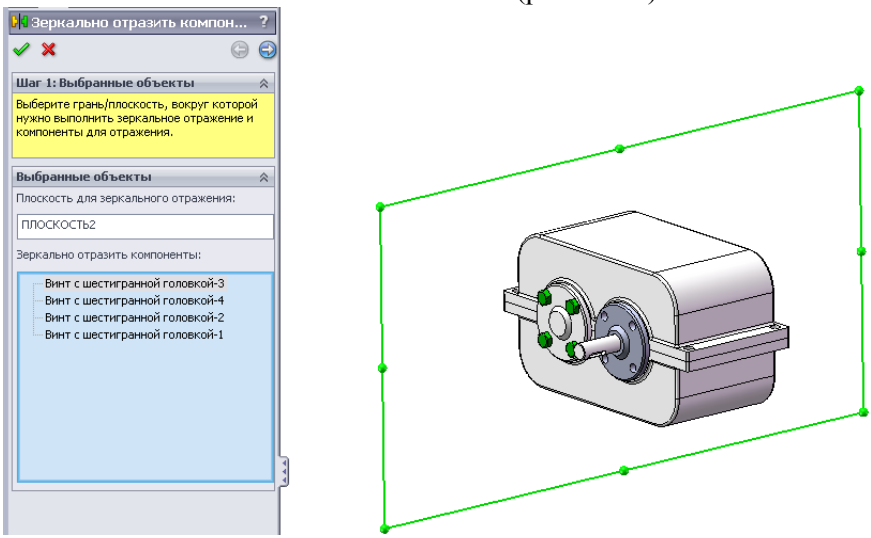


Рисунок 11.54 - Процес створення дзеркального масиву гвинтів

34. Укажемо, що для позначення дзеркально відбитих деталей будуть використані префікси, а самі ці деталі будуть збережені в нових файлах. Також можна зберегти ці деталі як нові конфігурації. За-

кінчимо побудову нових версій дзеркально відбитих гвинтів натисканням кнопки **OK.** У результаті будуть створено чотири нові гвинти, а в дереві конструювання з'явиться елемент **«ЗеркальныйКомпонент1»** (рис. 11.56).

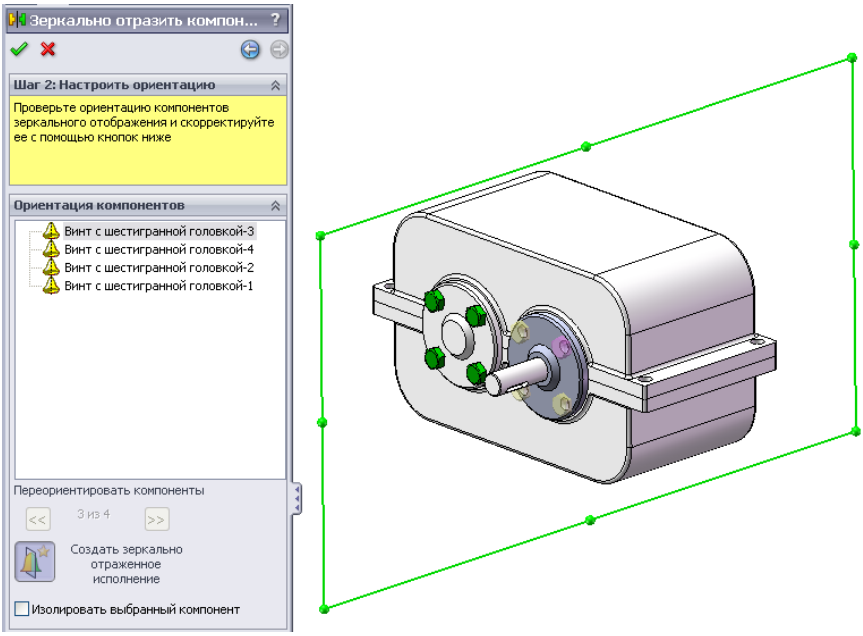


Рисунок 11.55 - Створені дзеркальні компоненти

35. Аналогічним образом внесемо в складання ще вісім гвинтів, відбивши дзеркально наявні гвинти щодо **«ПЛОСКОСТИ1»** (рис. 11.57).

36. Натиснемо кнопку **OK** і в результаті одержимо нових вісім гвинтів, що закріплюють кришки із протилежної сторони редуктора, а в дереві конструювання з'явиться новий рядок **«ЗеркальныйКомпонент2»** (рис. 11.58).

37. Залишилося закріпити дві половини корпуса редуктора між собою. Внесемо в складання гвинт із шестигранною головкою (конфігурацію за замовчуванням), гайку й шайбу, для чого скористаємося кнопкою - **«Вставить компоненты»** (рис. 11.59).

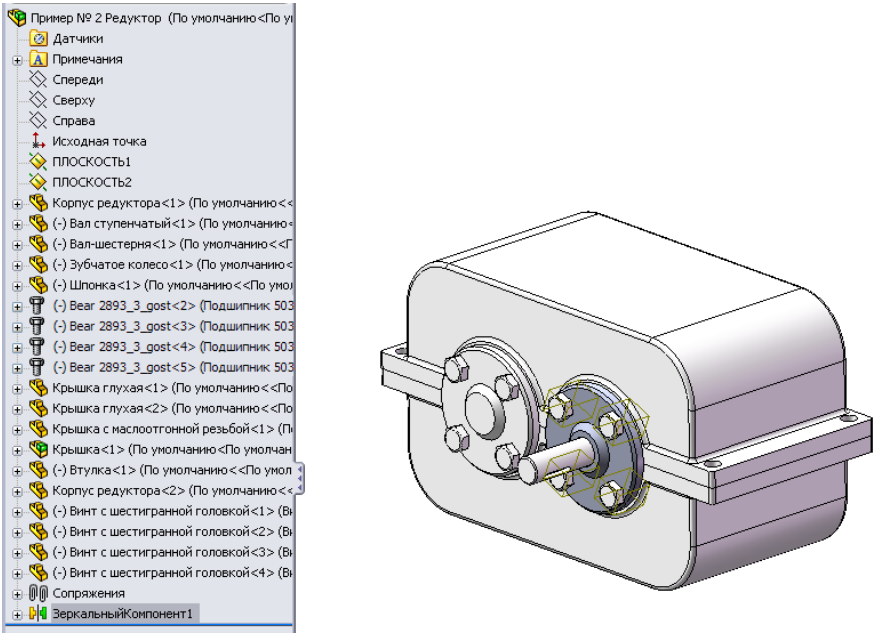


Рисунок 11.56 - Закінчено побудову дзеркально відбитих гвинтів

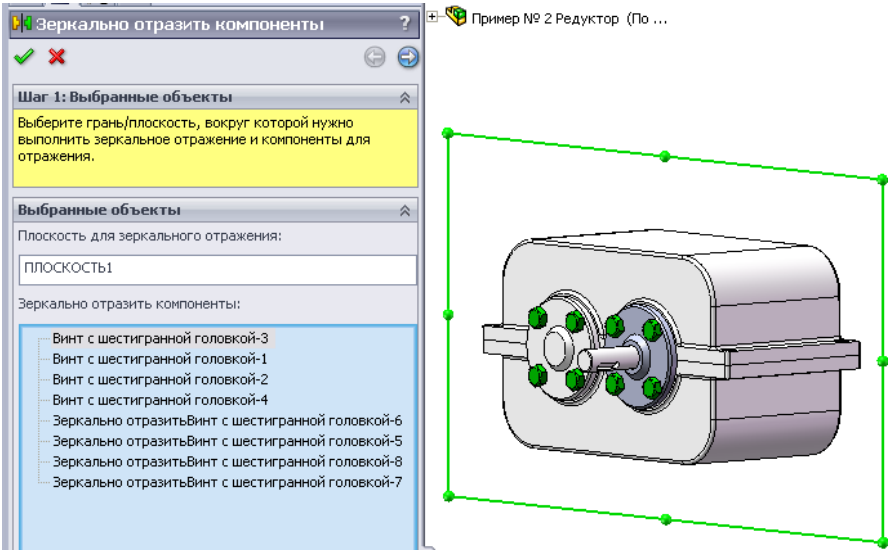


Рисунок 11.57 - Створення восьми гвинтів

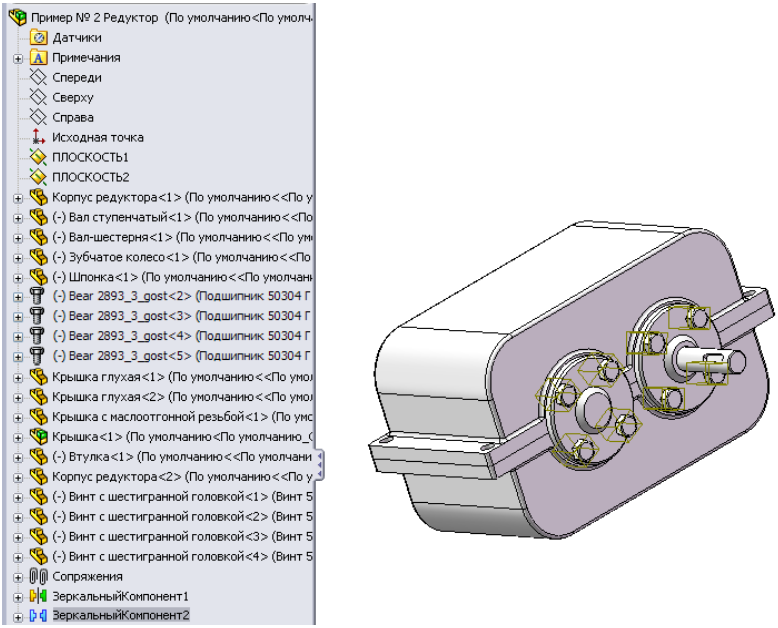


Рисунок 11.58 - Додано вісім гвинтів кріплення кришок

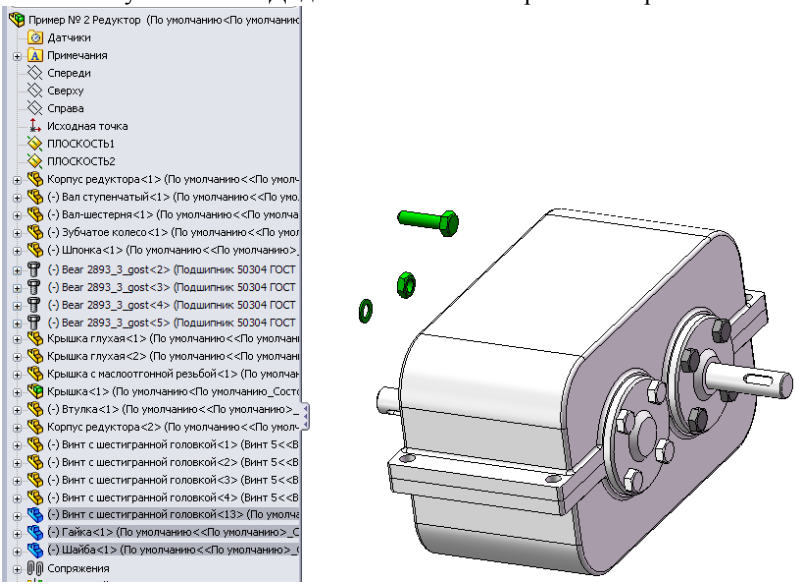


Рисунок 11.59 - Додали гвинт, гайку й шайбу

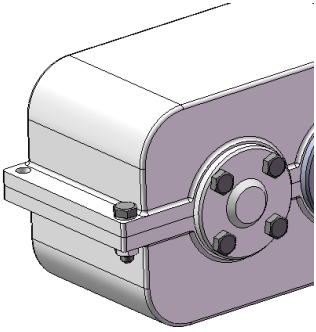


Рисунок 11.60 - Деталі встановили в базовий отвір

38. Установимо деталі в базовий отвір Корпуса редуктора <2>. У цьому випадку під базовим ми маємо на увазі отвір, з якого за допомогою лінійного масиву були сформовані інші три отвори в корпусі редуктора.

Для розміщення деталей у корпусі редуктора використовуємо наступні види сполучень: концентричність гвинта, гайки, шайби й отвору в корпусі, збіг плоских торцевих поверхонь головки гвинта й корпуса редуктора, шайби й корпуса, а також гайки й шайби (рис. 11.60).

39. Помістимо гвинт, гайку й шайбу в інші отвори корпуса. У зв'язку з тим що інші три отвори в корпусі редуктора були отримані як лінійний масив, прискоримо процедуру складання, використовуючи можливості SolidWorks. Активізуємо команду меню: **«Вставка | Массив компонента...» «Управляемый элементом...»** (рис. 11.61).

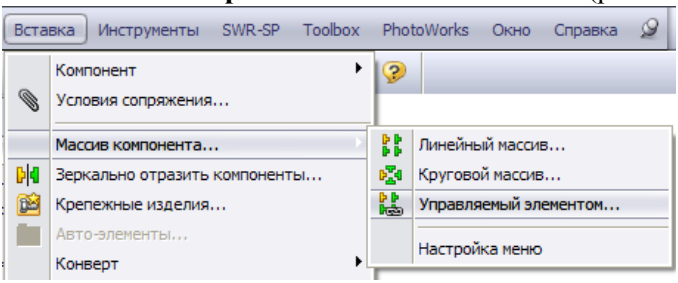


Рисунок 11.61 - Виклик меню «Управляемый элементом...»

40. На екрані відкриється вікно **«Управляемый элементом»** (рис. 11.62). У розділі **«Компоненты для массива»** вкажемо деталі, які будуть збиратися по масиву. У цьому випадку такими деталями є **Гвинт** із шестигранною головкою, **Шайба** й **Гайка**. Щоб виділити деталі, досить клацнути мишею по їхнім зображенню.

У розділі **«Производный элемент»** помістимо назву лінійного масиву. Для цього відкриємо дерево конструювання складання, у ньому виберемо **«Корпус редуктора <2>»** і клацнемо по елементу **«Линейный массив2»** (рис. 11.62).

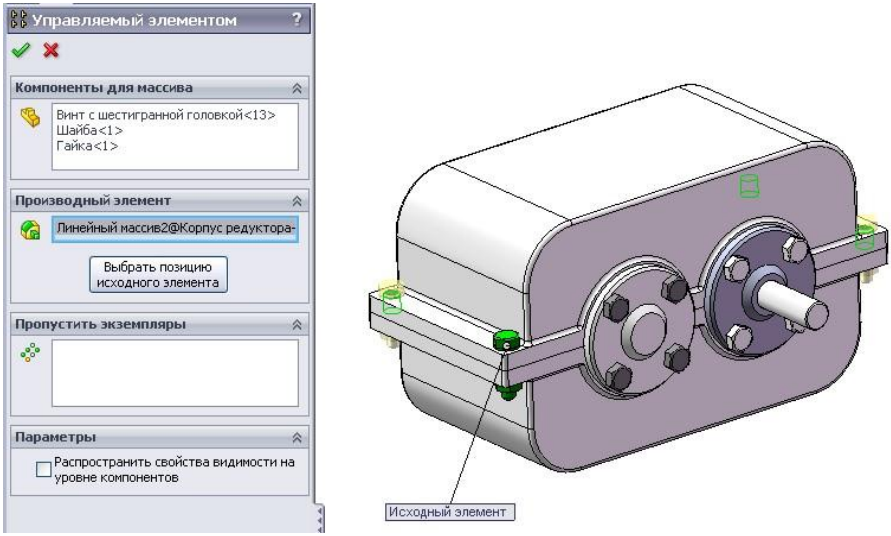


Рисунок 11.62 - Вибір деталей для масиву

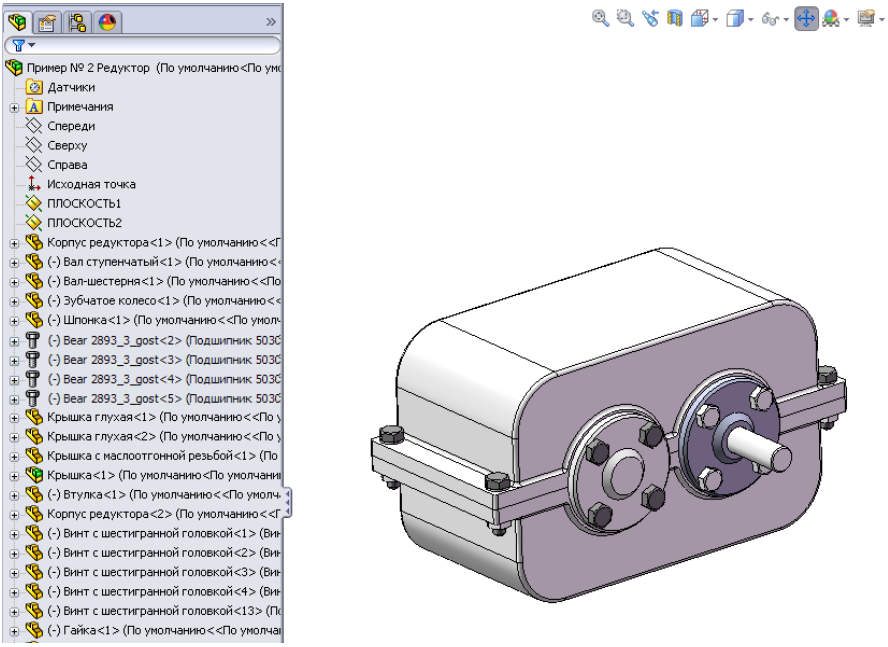


Рисунок 11.63 - Деталі масиву в усіх отворах в корпусу редуктора

41. Закінчимо побудову, нажавши кнопку **OK.** У результаті гвинти, шайби й гайки займуть усі отвори в корпусі редуктора (рис. 11.63), а в дереві конструювання з'явиться рядок **«Производный линейный массив1»**, і складання набуде закінчений вид (рис. 11.63). При формуванні складання можна встановити деталі не в усі отвори. Для цього необхідно на етапі побудови у вікні **«Управляемый элементом»** або після створення складання в режимі редагування визначення, у вікні **«Производный линейный масив»**, у розділі **«Пропустить экземпляры»** вказати ті деталі, які не потрібно використовувати в складанні.

Ми розглянули основні можливості SolidWorks при побудові складань, у тому числі дзеркальне копіювання компонентів, використання деталей з Бібліотеки проектування (Toolbox), а також розташування компонентів по елементах масиву. Перейдемо до розгляду прикладу побудови складання методом «зверху-униз».

Складання " зверху-униз".

Метод побудови складання «зверху-униз» розглянемо на прикладі конструювання ремінної передачі, що складається із двох шківів і ременя.

1. Для проектування складання такого типу відкриємо SolidWorks і ввійдемо в режим роботи програми зі складаннями, виконавши команду **«Файл | Новый... | Сборка»**. У дереві конструювання виберемо площину **«Спереди»**, відкриємо ескіз, де й побудуємо компонувальний ескіз складання (рис. 11.64).

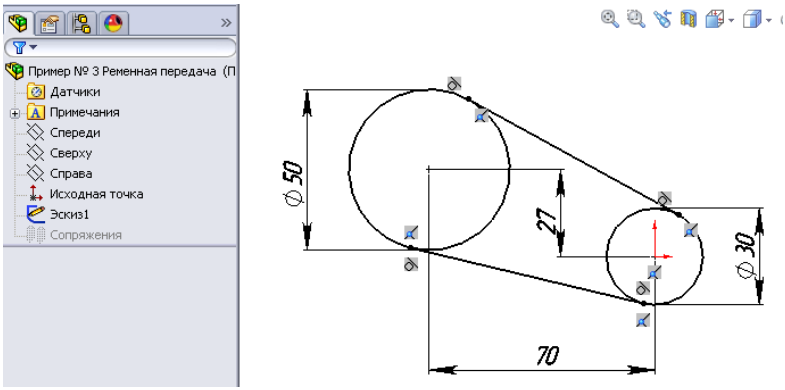


Рисунок 11.64 - Компонувальний ескіз складання

При малюванні ескізу в обов'язковому порядку задамо взаємозв'язки між його елементами - дотичність ліній до окружностей. У цілому ескіз повинен бути визначений. Вийдемо з ескізу, у дереві конструювання перед рядком **«Сопряжения»** з'явиться новий рядок **«Эскиз1»** (ескіз складання). Збережемо деталь як **Приклад № 3 Пасова передача.**

2. На основі компонувального ескізу складання спроектуємо деталь Шків1. Для цього виберемо команду меню: **«Вставка | Компонент | Новая деталь...»** (рис. 11.11). Також можна скористатися командою - **«Создать»** на панелі інструментів **«Сборка».**

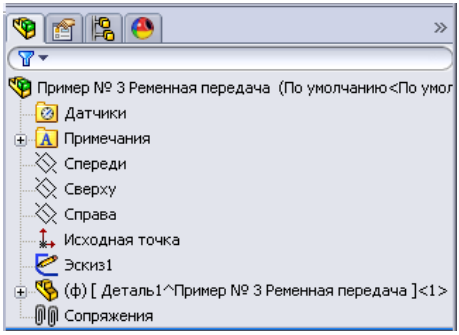


Рисунок 11.65 - Дерево конструювання із доданою деталлю

У дереві конструювання з'явиться рядок **[Деталь1^ Пример № 3 Ременная передача]<1>** (рис. 11.65). Квадратні дужки в імені деталі вказують на те, що деталь є віртуальним компонентом, тобто її насправді ще не існує.

3. У дереві конструювання виберемо площину ескізу шківа, у цьому випадку - площина **«Спереди»**. Після вибору площини програма автоматично ввійде в режим редагування деталі, а користувач опиниться в режимі малювання ескізу. Намалюємо ескіз шківа, який являє собою окружність (рис. 11.66). Визначимо взаємозв'язок рівності між ескізом шківа й компонувальним ескізом складання, також окружність ескізу нової деталі повинна бути концентрична Дузі1 на ескізі складання.

4. Не виходячи з ескізу, натиснемо кнопку - **«Вытянутая бобышка/основание»** й витягнемо цю окружність на 15 мм. У результаті з'явиться об'ємне зображення заготовки шківа з усіма етапами побудови цієї деталі (рис. 11.67).

5. Тепер на новій деталі оформимо бурти для фіксації ременя. Для цього ввійдемо в режим малювання ескізу на плоскому торці заготовки шківа й намалюємо ескіз бурту, який являє собою окружність, концентричну окружності заготовки шківа радіусом на 5 мм більше радіуса заготовки (рис. 11.68). У цьому випадку задається не радіус окружності бурту, а його величина, як різниця між радіусами. Це

зроблено для того, щоб у випадку внесення змін у значення діаметра шківа змінився й радіус бурту.

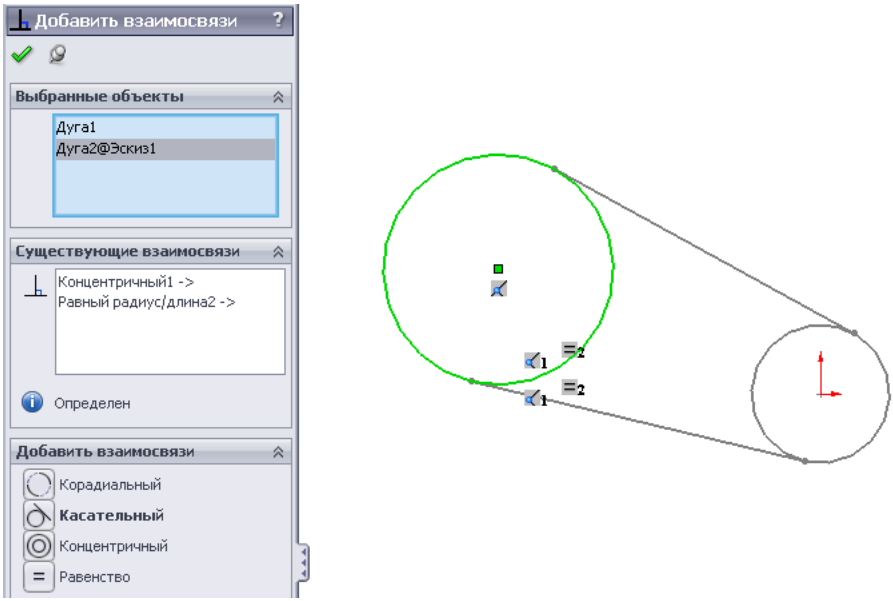


Рисунок 11.66 - Ескіз шківа

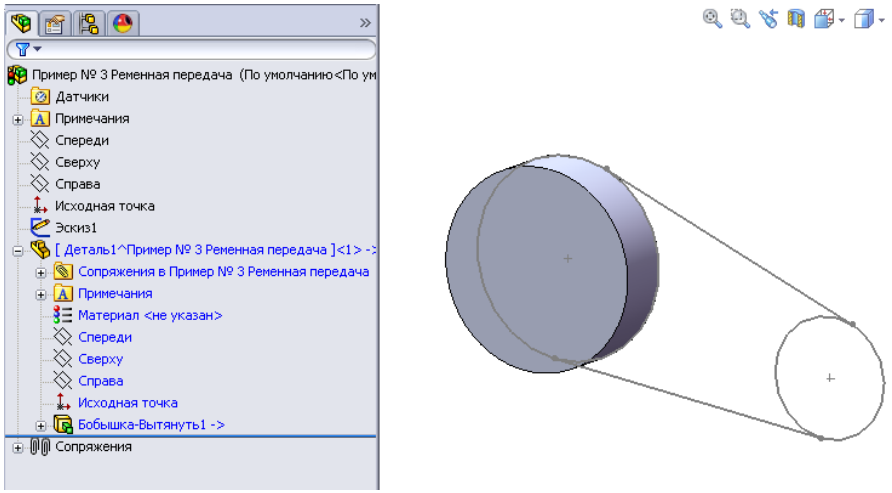


Рисунок 11.67 - Об'ємне зображення заготовки шківа

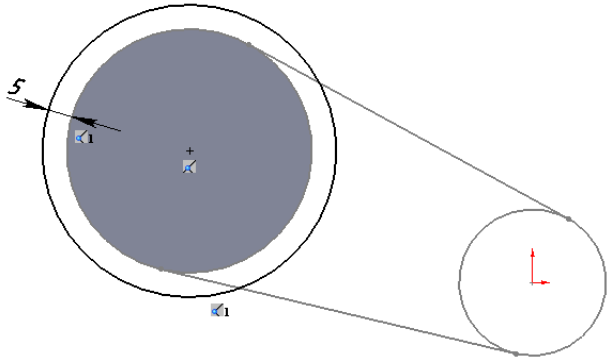


Рисунок 11.68 - Малювання ескізу бурта

6. Витягнемо цю окружність на 5 мм, у результаті буде побудований перший бурт шківа (рис. 11.69).

7. У такий же спосіб побудуємо другий бурт шківа (рис. 11.70).

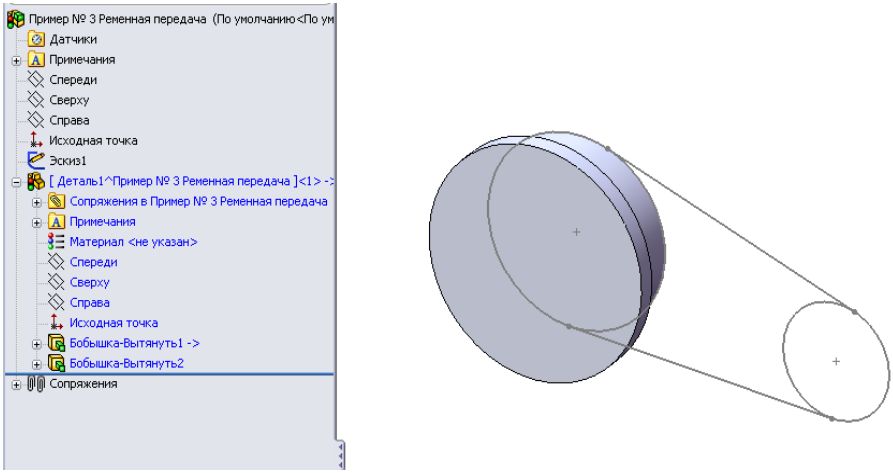


Рисунок 11.69 - Побудований перший бурт шківа

8. Оформимо центральний отвір у шківі для його кріплення на валу. Виберемо торцеву плоску поверхню, увійдемо в ескіз і намалюємо ескіз отвору у вигляді окружності діаметром 15 мм концентрично заготовці шківа. Витягнемо виріз, використовуючи граничну умову **«Насквозь»** (рис. 11.71).

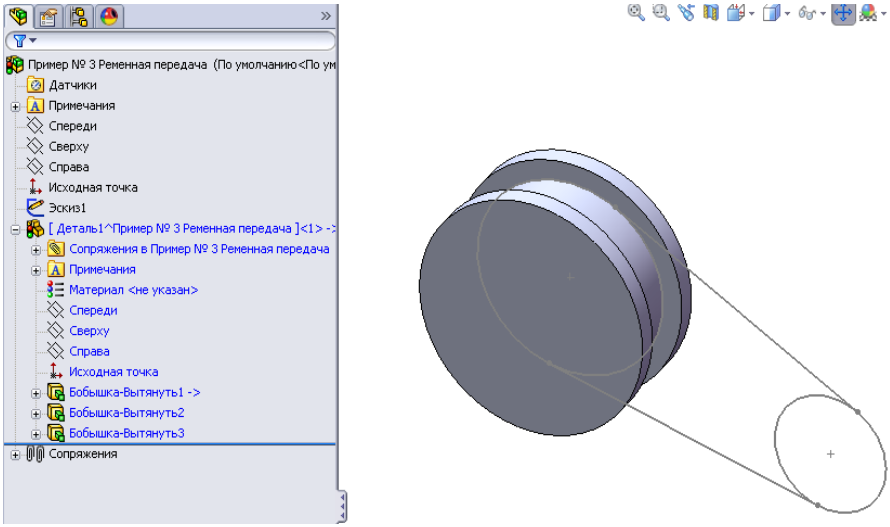


Рисунок 11.70 - Побудовано другий бурт шківа

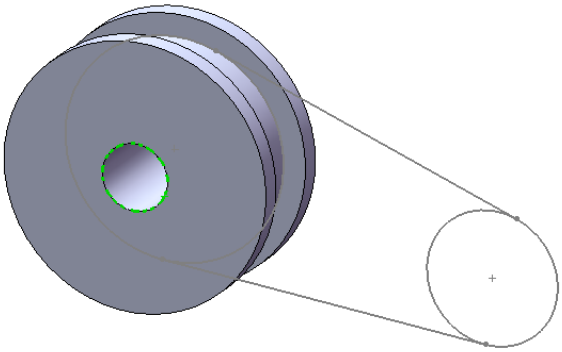


Рисунок 11.71 - Створено центральний отвір у шківі

9. На крайках шківа зробимо фаски розміром 2х45° (рис. 11.72).

10. Шків створений, однак приступити до побудови другої деталі складання неможливо, тому що ми перебуваємо в режимі редагування деталі. Для того щоб вийти із цього режиму, потрібно клацнути правою кнопкою миші в тривимірному просторі.

На екрані з'явиться контекстне меню, у якому слід вибрати команду **«Редактировать сборку: Пример № 3 Ременная передача»** (рис. 11.73).

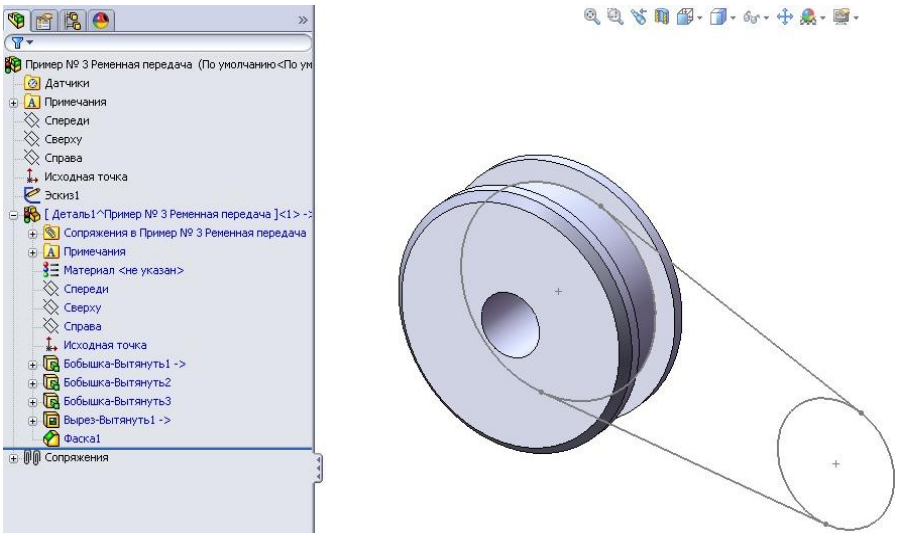


Рисунок 11.72 - Створені фаски на крайках шківа

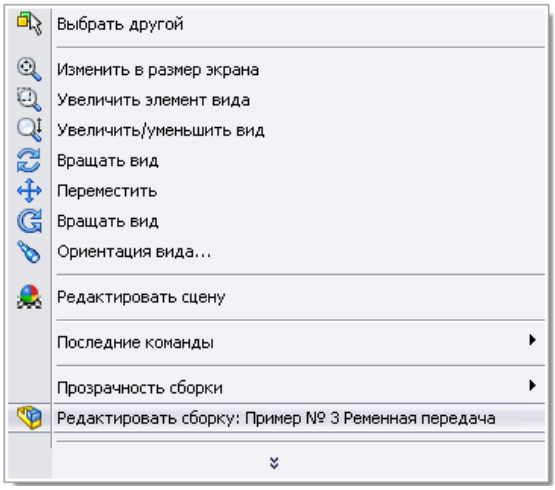


Рисунок 11.73 - Контекстне меню

Складання буде перебудовано, а ми одержимо можливість сконструювати інші деталі ремінної передачі.

11. Тепер перейменуємо побудовану деталь, тому що ім'я **«[Деталь1^Пример № 3 Ременная передача]<1>»** не зручне для подаль-

шого використання. Для цього виділимо в дереві конструювання рядок з іменем деталі, клацнемо по ній правою кнопкою миші й у контекстному меню активізуємо команду **«Переименовать деталь»**. Уведемо нове ім'я деталі - **Шків 1** (рис. 11.74).

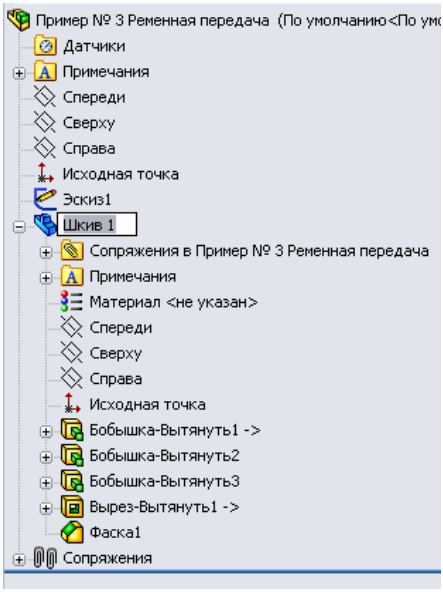


Рисунок 11.74 - Перейменування деталі в дереві конструювання на нове ім'я - Шків 1

12. Нове ім'я деталі також буде зазначено у квадратних дужках, деталь є віртуальним компонентом складання. Щоб зберегти віртуальний компонент в окремому файлі, клацніть правою кнопкою миші ім'я деталі й виберіть у контекстному меню команду **«Сохранить деталь (во внешнем файле)»** (рис. 11.75).

На екрані відкриється вікно **«Сохранить как»**, у якому потрібно вказати шлях для збереження цього файлу (рис. 11.76). Для вказівки шляху необхідно у вікні **«Сохранить как»** виділити ім'я файлу, клацнувши його, потім нажати кнопку **«Укажите путь»**. Якщо деталь буде перебувати в тій же папці, що й складання, то можна нажати кнопку **«Также, как и сборка»**.

13. Аналогічно побудуємо деталь **Шків 2** (рис. 11.77). Після побудови деталі не забудьте вийти з режиму редагування деталі, клацнувши правою кнопкою миші в тривимірному просторі й вибравши в контекстному меню команду **«Редактировать сборку: Пример № 3 Ременная передача»**.

На цьому етапі побудови складання маємо компонувальний ескіз і два сконструйовані шківи (рис. 11.77).

14. Створимо ще одну деталь складання - Ремінь. Активізуємо команду меню: **«Вставка | Компонент | Новая деталь...»** (рис. 11.11) або скористаємося командою - **«Создать»** панелі інструментів **«Сборка»**. У дереві конструювання з'явиться рядок **[Деталь3^Пример № 3 Ременная передача]<1>.**

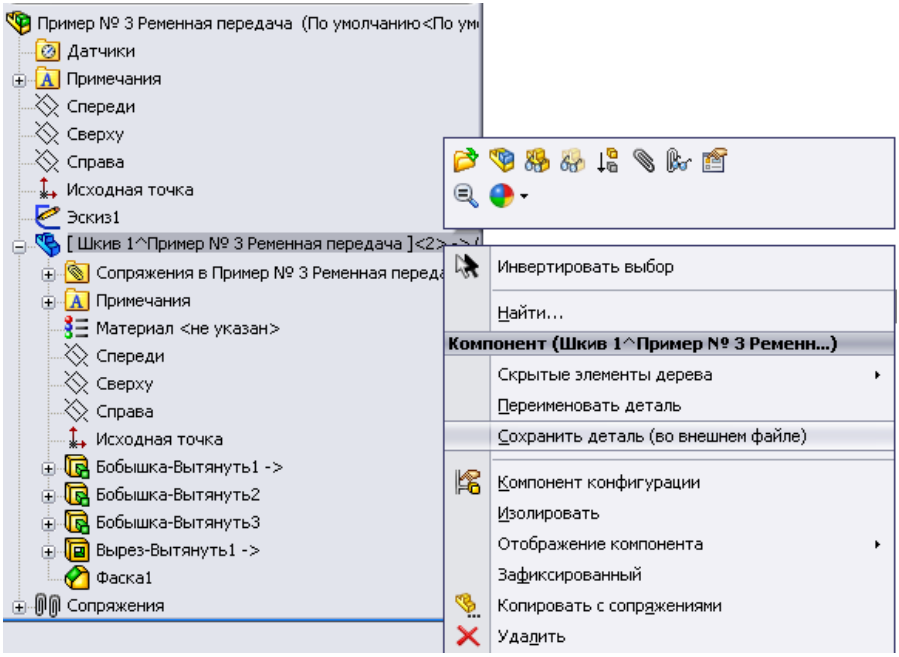


Рисунок 11.75 - Збереження віртуального компонента в окремому файлі

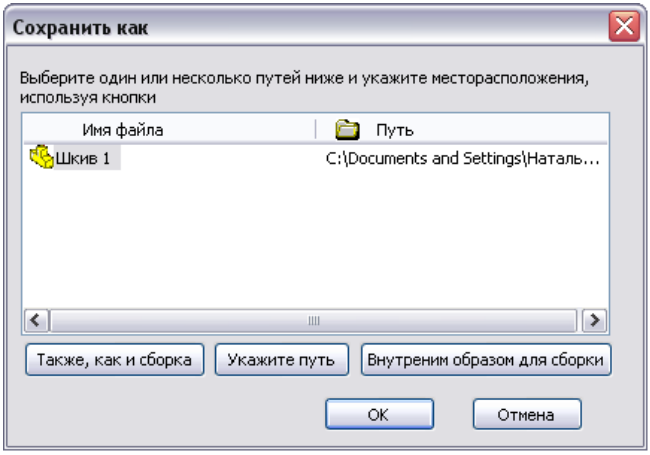
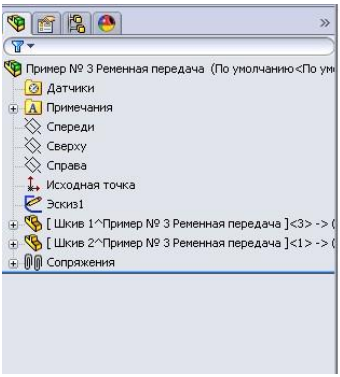


Рисунок 11.76 - Вказування шляху для збереження файлу

15. У режимі редагування цієї деталі виберемо в дереві конс-

трування деталі площину **«Спереди»**, на якій і оформимо ескіз ременя.



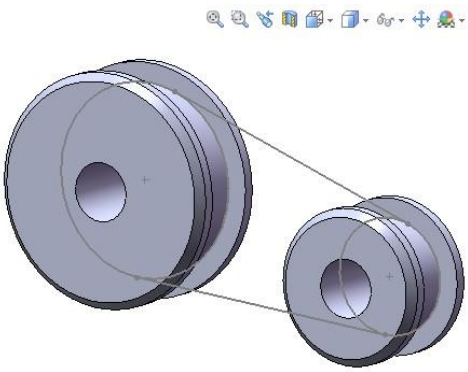


Рисунок 11.77 - Компонувальний ескіз і два сконструйовані шківи

При побудові цього ескізу спочатку намалюємо ескіз, що повністю збігається з ескізом складання, при цьому задамо наступні взаємозв'язки:

- концентричність окружностей в ескізі ременя й ескізі складання;
- рівність окружностей в ескізі ременя й ескізі складання;
- дотичність ліній до окружностей в ескізі ременя.

16. Вилучимо дуги окружностей, не що брати участь у формуванні геометрії ременя (внутрішні частини дуг) (рис. 11.78).

17. Витягнемо контур ременя на 15 мм, використовуючи кнопку - **«Вытянутая бобышка/основание»**. Витягнути ремінь потрібно як тонкостінний елемент - поставити прапорець **«Тонкостенный элемент»**. Нехай товщина ременя буде 3 мм (рис. 11.79).

18. Закінчимо витягування ременя й вийдемо з режиму редагування деталі. Ми створили не тільки складання, але й складові її деталі **Шків 1, Шків 2 і Ремінь** (рис. 11.80).

Основна перевага складання «зверху-униз» полягає в тому, що при редагуванні ескізу складання відбувається автоматична зміна всього складання й деталей, що входять у нього. Розглянемо такий приклад зміни складання.

Перешикуємо компонувальний ескіз складання. Для цього в дереві конструювання клацнемо правою кнопкою миші **«Эскиз1»** і ви-

беремо в контекстному меню команду **«Редактировать эскиз»**. Увійдемо в ескіз і змінимо радіус Шківа1 з 50 до 100 мм, а також положення його центру щодо Шківа 2 (рис. 11.81).

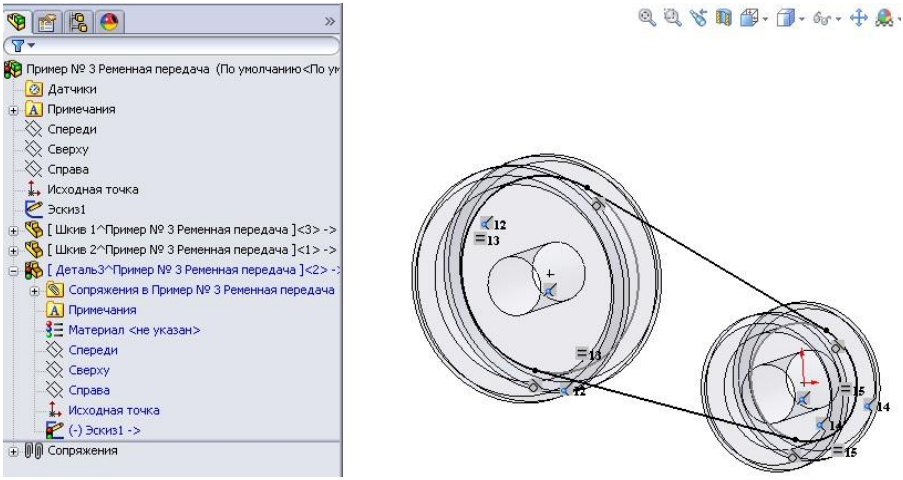


Рисунок 11.78 - Вилучення внутрішніх частин дуг

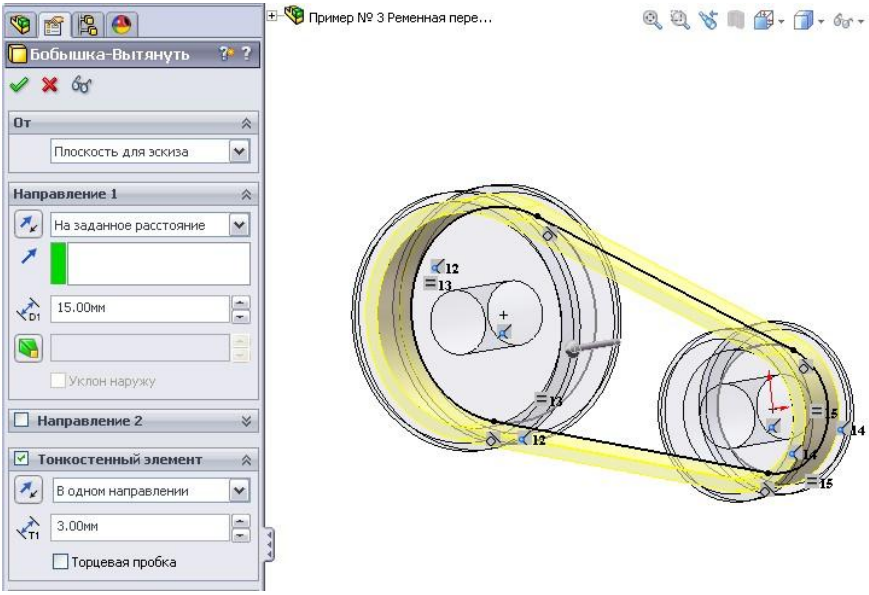


Рисунок 11.79 - Процес створення ременя

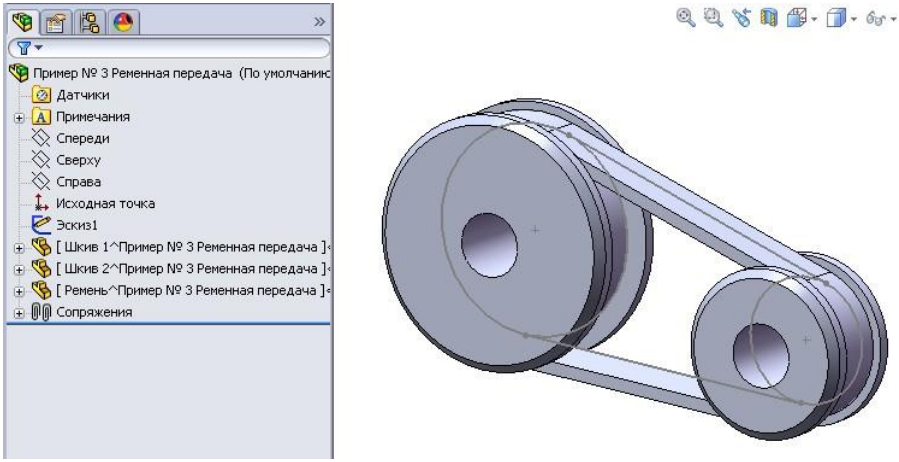


Рисунок 11.80 - Створене складання

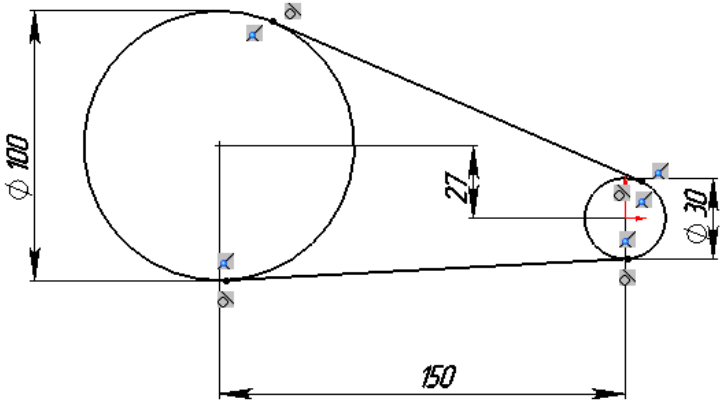
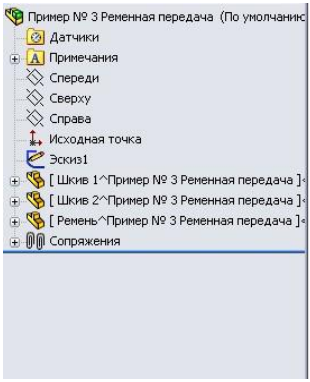


Рисунок 11.81 - Змінено радіус Шківа 1 і положення його центру

Потім просто вийдемо з ескізу. У результаті складання повністю перешикується. Одночасно зміняться файли деталей **Шків1** і **Ремінь** (рис. 11.82).

Отже на цій лекції, ми на конкретних прикладах розглянули основні способи побудови складань методом «знизу-нагору» і методом «зверху-униз». У наступних лекціях ми перейдемо до вивчення особливостей проектування ливарних форм в SolidWorks.



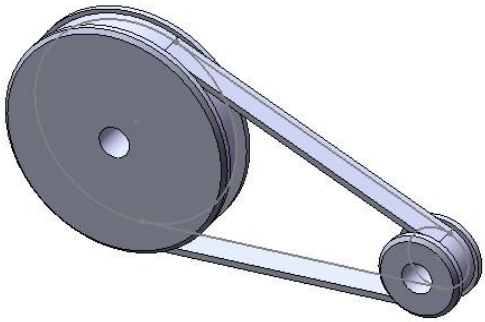


Рисунок 11.82 - Оновлене складання після зміни розмірів

Питання для самоперевірки

1. Що є компонентами складання?
2. Назвіть основні види складань.
3. Які є основні принципи створення складань у САПР?
4. Розкажіть принцип побудови складання методом "зверху-униз".
5. Що таке змішаний тип складання?
6. Розкажіть принцип побудови складання методом "знизу-нагору".
7. Яка основна перевага побудови складання методом "зверху-униз"?
8. Назвіть стандартні сполучення для створення складання.
9. В яких випадках використовують сполучення «Симметричность»?
10. Назвіть додаткові типи сполучень для створення складання.
11. В яких випадках використовують сполучення «Расстояние»?
12. Назвіть механічні типи сполучень для створення складання.
13. Коли необхідно використовувати сполучення «Угол»?
14. Яке призначення Бібліотеки проектування стандартних деталей?
15. Як додати стандартну деталь у складальний простір?
16. Розкажіть загальний алгоритм створення дзеркального масиву компонентів у складанні.
17. Як зберегти елемент складання в окремому файлі?
18. Як відредагувати складання створене методом "зверху-униз"?