

МАТЕРІАЛИ ТА ЇХ УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Деталі машин і механізмів, різні пристрої та споруди виготовляють із різноманітних металів чи неметалевих матеріалів.

До матеріалів належить: сталі, чавуни, кольорові метали та їх сплави.

До неметалевих матеріалів належать природні матеріали(деревина, глина, пісок тощо) та штучні(скло, бетон, повсть, гума, пластмаси та ін.).

На кресленнях деталей застосовують два види позначень матеріалів: літерно-цифрове, що характеризує його марку, яке записують у графу «Матеріали» основного напису, і графічне, спільне для груп однорідних матеріалів (метали, неметалеві матеріали, бетони тощо), яке застосовують лише на зображеннях деталей переважно в розрізах і перерізах.

Розглянемо позначення в конструкторських документах найпоширеніших марок матеріалів.

Сталь – це сплав заліза з вуглецем (близько 2%). За хімічним складом сталь поділяють на вуглецеву та леговану, а за призначенням – конструкційну, інструментальну та спеціальну.

Сталь вуглецеву звичайної якості (ГОСТ 380-71) залежно від призначення поділяють на три групи:

група А – поставляють за механічними властивостями; це сталі марок:Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6;

група Б – поставляють за хімічним складом; це сталі марок: БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6;

група В – поставляють за механічними властивостями та хімічним складом; це сталі марок: ВСт0, ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5.

Прикладом умовного позначення: Ст3 ГОСТ 380-71.

У табл. 1 наведено марки та призначення вуглецевої сталі звичайної якості.

Сталь вуглецеву якісну конструкційну (ГОСТ1050-88) виготовляють таких марок: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 60, 65Г та ін.. У позначенні марки число показує середній вміст вуглецю в сотих частках відсотка, а літера «Г» - наявність марганцю (1%).

У табл. 2 подано марки та призначення вуглецевої якості конструкторської сталі .

Приклад умовного позначення: Сталь 20 ГОСТ 1050-88.

У позначенні вуглецевої інструментальної сталі літера У означає вуглецеву сталь, цифра в марці показує середній вміст вуглецю в десятих частках відсотка. Цю сталь випускають марок У7, У8, У8Г, У9Г, У8ГА та ін.. Літера «Г» показує збільшений вміст марганцю, а літера «А» - високу якість сталі. Приклад умовного позначення:

Сталь У8 ГОСТ 1435-74.

У табл. 3 подано марки інструментальної сталі та їх переважне застосування.

У позначеннях легованих сталей введено літерне позначення легуючих елементів і матеріалів, що утворюють сплав. У позначеннях марок перші дві цифри показують середній вміст вуглецю в сотих частинах відсотка, літери, що стоять за цифрами, означають: Н – нікель, Г – марганець, С – кремній, Ю – алюміній, М – молібден, Х – хром, В – вольфрам, Д – мідь, Т – титан, Ф – ванадій. Літера А в кінці позначення означає високоякісну сталь, Ш – особливо якісну. Якщо вміст легуючого елемента перевищує 1,5%, то після літери елемента ставлять цифру, яка показує його вміст у відсотках.

Легована сталь (ГОСТ 4543-71) має багато марок, наприклад:

Хромисті -15Х, 15ХА, 20Х, 38ХА, та ін..

Марганцевисті – 15Г, 20Г, 45Г, 35Г2, та ін..

Хромомарганцеві – 18ХГ, 20ХГ, 30ХГТ, 25ХГМ та ін..

Хромомолібденові і хромомолібденованадієві – 15ХМ, 30ХМ, 30ХМА, 30ХЗМФ та ін..

У табл. 4 подано застосування легованої конструкційної сталі.

Виливки з конструкційної легованої сталі (ГОСТ 977-75) поділяють на три групи:

I – звичайного призначення; II – відповідального призначення; III – особливо відповідального призначення. Виливки виготовляють зі сталей марок: 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 45Л, 20ГЛ, 30ГСЛ, 35ХГСЛ, 45ФЛ та ін.

Приклад умовного позначення виливки зі сталі 20Л групи I:

Виливка 20Л – I ГОСТ 977-75.

Чавун – сплав заліза з вуглецем, кількість якого перевищує 2%, та з іншими елементами. Розрізняють чавун звичайний сірий, ковкий, антифрикційний та ні.

У табл. 5 наведено марки виливок із сірого чавуну та їх призначення.

У марці виливки із сірого чавуну дві літери означають вид чавуну (сірий чавун), двозначне число характеризує межу міцності на розтяг.

Приклад умовного позначення звичайного сірого чавуну: СЧ 20 ГОСТ 1412-85.

Ковкі чавуни отримують термічною обробкою білих чавунів. Вироби з цього чавуну поширені в машинобудуванні. У позначенні марки виливки з ковкого чавуну є літери КЧ (ковкий чавун) і числа: перше вказує межу міцності на розтяг(кг/мм^2), друге – відносне подовження (%).

У табл. 6 наведені найпоширеніші марки ковкого чавуну та його застосування.

Приклад умовного позначення ковкого чавуну: КЧ 35-10 ГОСТ 1215-79.

Виливки із антифрикційного чавуну (ГОСТ 1585-5-85) випускають марок АЧС-1, АЧС-2, АЧС-3, АЧВ-1, АЧК-1 тощо. Цей чавун застосовують у вузлах рухомих деталей, де є тертя.

Серед сплавів кольорових металів у машинобудуванні найбільш поширені бронзи, латуні, бабіти та легкі сплави на алюмінієвій основі.

Бронза – багато комплексний сплав на мідній основі, яка містить олово, свинець, цинк та інші метали. Бронза поділяється на олов'яну та безолов'яну.

Бронзу позначають літерами Бр., за якими йдуть великі літери позначень легуючих елементів, а через три цифри, які показують їх вміст у відсотках.

Бронзи олов'яні ливарні (ГОСТ 613-79) виготовляють марок Бр.ОЦСН 3-7-5-1, Бр.ОЦС 3-12-5, Бр.ОЦС 4-4-17 та ін..

Прикладом умовного позначення :

Бр.ОЦС 3-12-5 ГОСТ 613-79.

Це бронза яка містить 3% олова, 12% цинку і 5% свинцю, решта мідь. Бронзу використовують для виготовлення арматури, антифрикційних деталей тощо.

Бронзи олов'яні, оброблювані тиском (ГОСТ 5017-74), випускають марок Бр. ОФ 8,-0,3; Бр.ОФ 6,5-0,4; Бр.ОЦ 4-3 та ін.

Бронзи безолов'яні, оброблювальні тиском (ГОСТ 1817578), виготовляють марок Бр. Ф45, Бр. АМц 9-2, Бр. АЖ 9-4, Бр. КН 1-3, Бр. АЖН 10-4-4 та ін. У цих марках Ж - залізо, Мц – марганець, Н – нікель, А – алюміній, Ф – фосфор.

Сплав міді з цинком (латунь) застосовують для виготовлення деталей арматури, підшипників і втулок, натискних гайок, фасонних деталей, які відливаються під тиском, тощо. Латунь може містити залізо, марганець, алюміній, олово, свинець та ін..

Латуні ливарні (ГОСТ 17711-80) виготовляють марок ЛА 67-2,5; ЛАЖМц 66-6-3-2; ЛМцС 58-2-2; ЛК80-3Л; ЛКС 80-3-3; ЛС 59-1Л та ін.

Приклад умовного позначення :

ЛАЖМц 66-6-3-2 ГОСТ 17711-80.

Це латунь, що містить 66% міді, 6% алюмінію, 3% заліза, 2% марганцю, решта – цинк.

Латуні, оброблювані тиском (ГОСТ 15527-70), виготовляють марок Л96, Л85, Л70, Л63, ЛА 77-2, ЛАЖ 60-1-1 ГОСТ та ін. Приклад умовного позначення:

ЛАЖ 60-1-1 ГОСТ 15527-70.

Для деталей складної конфігурації, які мають відповідальне призначення(картери двигунів, поршні, вироби, які працюють при підвищених температурах), застосовують алюмінієві сплави.

Залежно від хімічного сплаву сплави алюмінієві ливарні (ГОСТ 2685-75) поділяють на п'ять груп:

Алюміній – кремній – АЛ2, АЛ4, АЛ4В та ін..

Алюміній – магній – АЛ8, АЛ13, АЛ22 та ін..

Алюміній – мідь – АЛ7, АЛ7В та ін..

Алюміній – кремній – мідь, алюміній та інші компонент.

Алюмінієві сплави, призначені для кування, штампування і прокату, виготовляють згідно з ГОСТ 4784-74.

Якщо алюмінієві сплави призначені для виливання, тоді в позначенні перед початковою літерою А ставиться літера Л; якщо для керування, прокатування чи штампування – лі-тера К.

Приклад умовного позначення:

АЛ9 ГОСТ 2685-75; АК2 ГОСТ 4784-74.

До антифрикційних сплавів належать олово та свинцеві бабіти, які містять олово або свинець з міддю, сурмою та іншими компонентами. Їх застосовують для заливання підшипників турбін, pomp, вентиляторів тощо. Бабіти марок Б88, Б83, Б83С, Б16, БС6 виготовляють згідно з ГОСТ 1320-74.

Приклад умовного позначення:

Б16 ГОСТ 1320-74.

Число 16 вказує вміст олова у відсотках.

У табл. 7 подано деякі неметалеві матеріали, які застосовуються в машинобудуванні.

Приклад умовного позначення:

Гетинакс V – I 12,0 ГОСТ 2718-74 – гетинакс марки V – I завтовшки 12 мм;

Текстоліт ПТ – 1 ГОСТ 5-72 – текстоліт марки А, 1 – товщина листа;

Пароніт ПОН 0,8х300х400 ГОСТ 481-80 – лист пароніту ПОН завтовшки 0,8, завширшки 300мм, завдовжки 400мм.

Розглянемо позначення, які містять не лише якісну характеристику матеріалу, але й характеристику профілю. До них належать позначення матеріалів деталей, які виготовляються зі стандартизованих профілів.

В умовних позначках матеріалів таких деталей, крім якісної характеристики, вказуються такі відомості про сортовий матеріал: 1) найменування сортового матеріалу; 2) розмірна і якісна характеристика профілю; 3) номер стандарту, в якому подано всі вимоги до цього профілю.

Залежно від того які відомості містяться у стандарті, що характеризує якість матеріалу, й у стандарті, що характеризує сортовий матеріал, умовні позначення сортових матеріалів поділяються на три основні типи.

1. Якщо у стандарті, який характеризує якість матеріалу, містяться і технічні вимоги до сортименту, що з нього виготовляється, то в умовних позначеннях вказується номер стандарту сортового матеріалу і номер стандарту, в якому викладена якісна характеристика матеріалу.

Приклад умовного позначення матеріалу деталі:

- 1) Із гарячекатаної сталі шестигранного профілю профілю за ГОСТ 2879-69 звичайної точності прокатування, з розміром вписаного круга (розмір «під ключ») 30мм, марки сталі 25 за ГОСТ 1050-88:

Шестигранник 30 ГОСТ 2879-69 ;

25 ГОСТ 1050-88

- 2) Із прутка квадратного профілю з розміром сторінки сторони квадрата 60мм за ГОСТ 2591-71, марки сталі 20 за ГОСТ 1050-88;

Квадрат 60 ГОСТ 2591-71 ;

20 ГОСТ 1050-88

За таким самим зразком позначаються сортові матеріали, які виготовляються з легованої конструкційної сталі та інструментальної вуглецевої сталі.

2. Якщо технічні вимоги до сортового матеріалу викладені в окремому стандарті, то в умовному позначенні вказується номер стандарту сортового матеріалу і номеру стандарту технічних вимог. Марка матеріалу вказується в позначенні без посилання на номер стандарту, оскільки останній вказаний у стандарті, що визначає технічні вимоги.

Приклад умовного позначення деяких матеріалів:

- 1) Гарячекатана кругла сталь звичайної точності прокатування діаметром 25мм за ГОСТ 2590-71, марки сталі Ст3 за ГОСТ 380-71, яка поставляється за технічними вимогами ГОСТ 535-79;

Круг В25 ГОСТ 2590-71 ;
 Ст3 ГОСТ 535-79

- 2) Штабова сталь завтовшки 5мм і завширшки 60мм за ГОСТ 103-76, марки сталі Ст3 за ГОСТ 380-71, яка поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-79;

- 3) Кутикова сталь розміром 50х50х3мм (ГОСТ 8509-72), марки сталі Ст3 за ГОСТ 380-71, звичайної точності прокатування прокатування (Б), що поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-79:

- 4) Двотаврова балка N20 (ГОСТ 8039-72), марка сталі Ст5(ГОСТ 380-71), що поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-79;

Двотавр 20 ГОСТ 8239-72 ;
 Ст5 ГОСТ 535-79

- 5) Швелер N16(ГОСТ 8240-72), марки сталі Ст4 (ГОСТ 380-71), що поставляється згідно з технічними вимогами ГОСТ 535-79:

Швелер 16 ГОСТ 8240-72 ;
 Ст4 ГОСТ 535-79

3. Якщо у стандарті на сортовий матеріал викладено і технічні вимоги, то в умовному позначенні вказується лише номер стандарту на сортовий матеріал. Марка матеріалу вказується в позначенні без посилання на номер стандарту, останній обумовлений стандартом на сортовий матеріал.

Приклад умовного позначення деяких матеріалів:

- 1) Стрічка завтовшки 2мм, завширшки 40мм (ГОСТ 6009-74), зі сталі марки БСт2 (ГОСТ 380-71):

Стрічка 2х40 БСт2 ГОСТ 6009-74;

- 2) Пруток збронзи (ГОСТ 1628-78) марки КМц 3-1, витягнутий кругла діаметром 32 мм:

Пруток БрКМцПруток БрКМц 3-1-т-кр 32 ГОСТ 1628-78.

Таблиця 1

Марки та призначення вуглецевої сталі звичайної якості

Марка	Призначення
Ст0	Будівельні конструкції: огороження, перила, кожухи, невідповідальні бовти, шпильки, шайби.
Ст1	Маловідповідальні металеві конструкції, водяні, парові, та газові труби, що застосовуються при відповідно невеликих тисках, тощо.
Ст2	Парові труби, ланцюги зварні та пластичні, валики, осі, шайби, тощо.
Ст3	Баки та резервуари, що працюють під тиском, котли, відкидні болти, гайки, шайби, шплінти, заклепки, валики, важелі, муфти, скоби, стяжки, тощо.
Ст4	Відкидні болти, гайки-баранці, вали й осі передач, тяги, стріли кранові тощо.
Ст5	Вали й осі приводів та вантажопідіймальних механізмів, вагонні осі, муфти, пальці кривошипів, зубчасті колеса великих діаметрів, осі ходових коліс, блоків, барабанів тощо.
Ст6	Ковані катки кранів, вали та зубчасті колеса, які сприймають великі статичні навантаження, гальмівні стрічки, установлювальні гвинти тощо.

Таблиця 2

Марки та призначення вуглецевої якісної конструкційної сталі

Марка	Призначення
Сталь 10	Деталі, виготовлені холодним штампуванням, трубки, прокладки, кріпильні вироби, ковпачки. Деталі, які підлягають цементації і не вимагають високої міцності серцевини (втулки, валики, копіри, упори, зубчасті колеса, фрикційні диски). Малонавантажені деталі (валики, пальці, упори, копіри, осі, шестірні). Тонкі деталі які працюють на стирання, важелі, гайки, траверси, вкладиші, болти стяжки і т.д.
Сталь 15	
Сталь 20	
Сталь 30	
Сталь 35	
Сталь 40	Деталі, які зазнають невеликих напружень (осі, шпинделі, зірочки, тяги, стяжки та ін.. Деталі від яких вимагається підвищена міцність і які підлягають термічній обробці (колінчасті вали, шатуни, розподільні вали, маховики, зубчасті колеса, шпильки, храповики, плунжери, шпинделі, фрикційні диски, муфти, зубчасті рейки і т.ін. Зубчасті колеса, прокатані валиком, штоки, вали, ексцентрики, мало навантажені пружини та ресори тощо Високоміцні деталі з пружинними властивостями (прокатні валики, ексцентрики, шпинделі, пружинні кільця, пружини, пружини автори заторів).
Сталь 45	
Сталь 50	
Сталь 55	
Сталь 60	

Таблиця 3

Марки та призначення інструментальної сталі

Марка	Призначення
У7	Молотки, столярні інструменти Зубила, викрутки, центри токарних верстатів Пуансони, різці по міді, кернери, кернери Пуансони, різці по міді, кернери, кернери, губки лещат Кернери, зубила Різці, свердла, мітчики, фрези і т.ін.
У7А	
У8	
У8А, У8Г	
У9, У9А	
У10, У11, У12,	
У13	

Таблиця 4

Марки та призначення легованої сталі

Марки	Призначення
15X	Деталі, що підлягають цементуванню, поршневі пальці
20X	Деталі, що підлягають цементуванню, кулачкові муфти, колінчасті вали, колінчасті зубчасті колеса
30X, 35X, 38X 40X, 45X	Вали коробок швидкостей, зубчасті колеса диференціалів, шатуни Деталі з високою зносостійкістю – зубчасті колеса коробок швидкостей, ресори
12XH2	Шатуни, колінчасті вали
12XH3A	Важконавантажені деталі, які працюють при знакозмінних динамічних навантаженнях, колеса, зубчасті колеса, вали
20XH3A	Термічно оброблені деталі, що працюють у важких експлуатаційних умовах

Таблиця 5

Марки та призначення сірого чавуну

Марка	Призначення
СЧ10	Тонкостінні виливки тверді або середньої твердості: блоки, барабани, корпуси підшипників, підставки, стійки тощо.
СЧ15	Виливки середньої твердості: зубчасті колеса, черв'ячні колеса, ролики
СЧ18	Кожухи, корпуси, кришки, підшипники, втулки
СЧ20	Масивні виливки: великі черв'ячні та зубчасті колеса, картери, станини
СЧ25	Особливо відповідальні виливки, арматура, деталі апаратів і машин
СЧ30	Виливки особливо складної конфігурації з різкими переходами в перерізах при мінімальній товщині перерізів 6-8мм, поршневі кільця, муфти, клапани, кулачки
СЧ40	Корпуси pomp, великі колінчасті вали, катки, зірочки, колеса підіймальних кранів
СЧ45	Барабани, циліндри, кришки, зубчасті колеса, поршневі кільця машин, колінчасті вали

Вимірювальні інструменти та способи вимірювання

Для наближеного визначення розмірів застосовують металеву лінійку, кронциркуль і нутромір.

Металевою лінійкою вимірюють лінійні розміри деталі з точністю до 1 мм.

Кронциркулем вимірюють розміри зовнішніх, а нутроміром – внутрішніх поверхонь деталей.

Під час вимірювань кронциркуль і нутромір треба тримати у площині, перпендикулярній до вимірювальної довжини.

Після вимірювання кінці ніжок нутроміра або кронциркуля, не змінюючи їх положення, прикладають до металевої лінійки й визначають числове значення розміру в міліметрах.

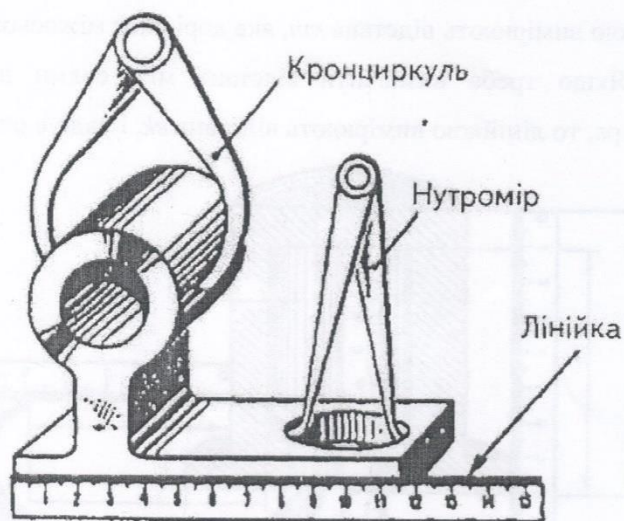


Рис. 1

На рис.1 показані способи вимірювання діаметра циліндричної частини деталі кронциркулем, діаметра отвору в основі деталі нутроміром і довжини основи металевою лінійкою.

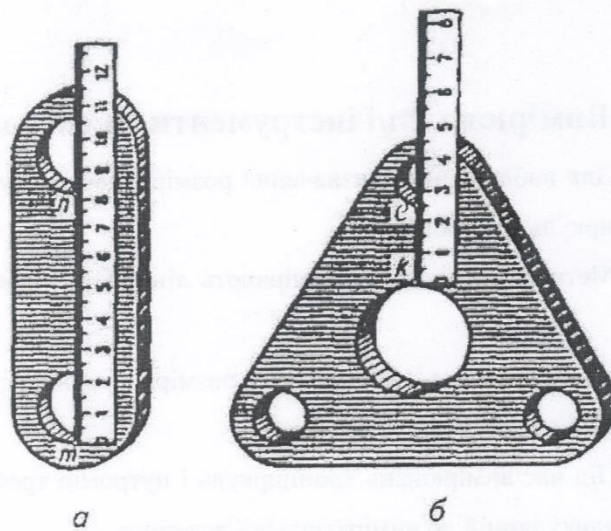


Рис. 2

Ці ж інструменти можна використовувати для визначення відстані між осями отворів, як показано на рис.2. Якщо отвори однакового діаметра, то лінійкою вимірюють відстань mn , яка дорівнює міжосьовій відстані (рис. 2,а).

Якщо треба визначити відстань між осями двох отворів різного діаметра, то лінійкою вимірюють відстань ek , і радіус отворів (рис. 2,б).

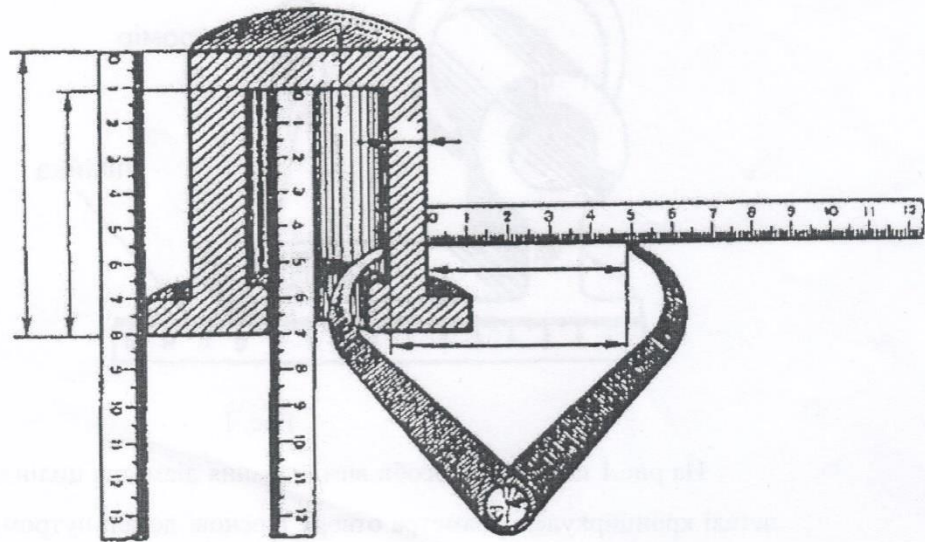


Рис.3

Лінійкою і кронциркулем можна вимірювати товщину дна і стінки деталі (рис. 3). Товщина дна k дорівнює різниці довжині l і l_1 , які виміряні лінійкою. Товщину стінки визначають як різницю розмірів n і m .

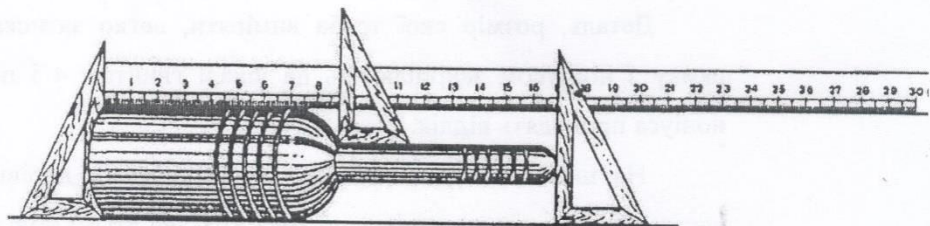


Рис. 4

Довжину деталі, яка має ступінчасту форму (рис. 4) вимірюють лінійкою і косинцями.

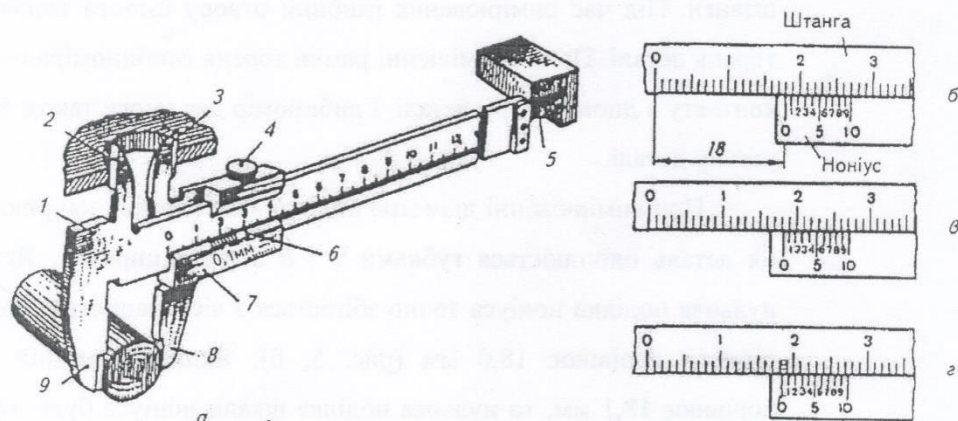


Рис. 5

Описані способи вимірювань кронциркулем, нутроміром і лінійкою не дають високої точності і застосовуються головним чином у навчальному процесі. У виробничій практиці лінійні розміри з точністю від 0,1 до 0,02 мм вимірюють штангенциркулем (рис. 5).

Штангенциркуль складається із металевої лінійки (штанги) з нанесеним на ній міліметровими поділками. Штанга закінчується вимірювальними губками 2 і 9, розташованими до неї під прямим кутом. На штангу надягнута рамка 7 з іншими вимірювальними губками 3 і 8. Рамка пересувається по штанзі і може закріплюватися на ній у будь-якому місці гвинтом 4. На

нижній скошеній частині рамки є шкала з поділками – *ноніус*. Коли губки дотикаються одна до одної, нульові поділки штанги 1 і шкали *ноніуса* 6 збігаються.

Деталь, розмір якої треба виміряти, легко затискають між губками, рамку з *ноніусом* закріплюють на шкалі гвинтом 4 і по шкалі штанги та *ноніуса* проводять відлік.

На шкалі *ноніуса* відстань між поділками дорівнює 0,9 мм. Отже, десять поділок шкали *ноніуса* дорівнюють дев'яťом поділкам штанги.

У пазу штанги універсального штангенциркуля вільно ковзає вузька лінійка 5 глибиноміра. Один кінець цієї лінійки жорстко з'єднаний з рамкою. При зімкнутих положеннях губок торець глибиноміра збігається з торцем штанги. Під час вимірювання глибини отвору штанга торцем впирається в торець деталі. При переміщенні рамки торець глибиноміра переміщується до контакту з дном отвору деталі. Глибиномір дає змогу також виміряти висоту уступу деталі.

При вимірюванні діаметра циліндричної деталі, наприклад, вала чи осі, ця деталь охоплюється губками 9 і 8 штангенциркуля. Якщо, наприклад, нульова поділка *ноніуса* точно збігається з вісімнадцятою поділкою штанги, діаметр дорівнює 18,0 мм (рис. 5, б). Якщо справжній діаметр деталі дорівнює 18,1 мм, то нульова поділка шкали *ноніуса* буде зсунута праворуч на 0,1 мм і перша поділка шкали *ноніуса* збігатиметься з дев'ятнадцятою поділкою штанги (рис. 5, в). Якщо діаметр деталі 18,4 мм, четверта поділка *ноніуса* збігатиметься з двадцять другою поділкою штанги (рис. 5, г).

Отже, щоб виміряти розмір штангенциркулем, треба визначити за лінійкою штанги ціле число міліметрів, а за шкалою *ноніуса* – число десятих часток міліметра. Число десятих часток міліметра дорівнює номеру поділки *ноніуса*, яка збігається з якоюсь поділкою штанги.

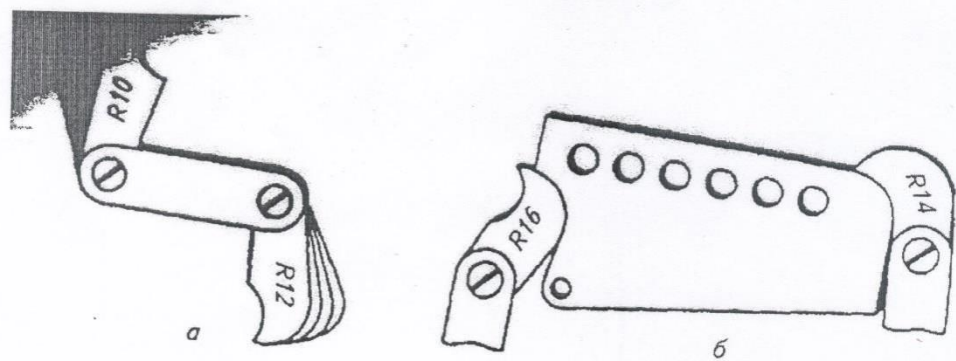


Рис. 6

Радіуси закруглень і гантелей вимірюють набором радіусних закруглень (рис. 6,а).

Під час вимірювань шаблони прикладають до деталі і проглядають місце контакту на просвіт. За відсутності зазору радіус закруглення дорівнює вказаному на шаблоні (рис. 6, б).

Лекція №4 Редагування об'єктів. Розмірні лінії

1. Загальні прийоми редагування

КОМПАС-3D надає користувачеві різноманітні можливості редагування об'єктів. Найбільш прості і часто використовувані прийоми редагування можна виконувати за допомогою миші. Для реалізації спеціальних можливостей редагування потрібен виклик відповідних команд.

Команди редагування геометричних об'єктів згруповані в меню Редактор, а кнопки для виклику команд - на панелі Редагування (рис. 1).



Рис. 1. Панель Редагування

Перед викликом команд зсуву, повороту, масштабування, перетворення симетрії і копіювання потрібно виділити об'єкти, що беруть участь в операції

2. Редагування об'єктів за допомогою миші

За допомогою миші ви можете зрушувати і копіювати геометричні об'єкти і види на кресленні, а також редагувати характерні точки геометричних об'єктів.

Крім того, подвійним клацанням миші по об'єкту запускається процес редагування параметрів цього об'єкта. На Панелі властивостей з'являється той же набір керуючих елементів, що і при створенні об'єкта. Ви можете відредагувати параметри об'єкту: змінити будь-які його властивості і характеристики.

Іноді буває потрібно відредагувати тільки текст, що входить до складу об'єкта - розмірного напису, текст фігурної дужки, текст позначення шорсткості і т.п. У таких випадках зручно відразу викликати діалог введення написи, без запуску процесу редагування об'єкта. Для цього слід двічі клацнути мишею на самій написи (а не на графічних примітивах, що складають об'єкт).

На екрані з'явиться діалог введення тексту. Внесіть необхідні зміни та закрийте діалог кнопкою ОК.

3. Переміщення

Щоб перемістити об'єкти мишею, виконайте такі дії.

1. Виділіть об'єкти, які потрібно зрушити.
2. Встановіть курсор так, щоб він захоплював який - небудь з виділених об'єктів, та натисніть ліву кнопку миші.
3. Утримуючи кнопку миші натиснутою, «перетягуйте» об'єкти. На екрані відображається їх фантом, наступний за курсором.
4. Після того, як потрібне положення об'єктів досягнуто, відпустіть кнопку миші.

Об'єкти будуть видалені з колишніх місць і поміщені в нові.

4. Копіювання

Щоб скопіювати об'єкти мишею, виконайте такі дії.

1. Виділіть об'єкти, які потрібно скопіювати.
2. Натисніть клавішу <Ctrl>.
3. Не відпускаючи клавішу <Ctrl>, встановіть курсор так, щоб він захоплював який - небудь з виділених об'єктів, натисніть ліву кнопку миші і перемістіть мишу.
4. Відпустіть клавішу <Ctrl> і кнопку миші.

На екрані відображається фантом переміщуваних об'єктів, наступний за курсором.

5. Переміщайте мишу, поки не буде досягнуто потрібне положення об'єктів, потім клацніть лівою кнопкою.

Об'єкти будуть скопійовані у вказане місце, а оригінали залишаться в колишньому положенні.

Ви можете продовжувати копіювання, фіксуючи положення черговий копії.

6. Щоб завершити копіювання, натисніть клавішу <Esc>.

5. Редагування характерних точок

Конфігурацію об'єкта можна відредагувати, змінивши положення його характерних точок.

Для переходу в режим редагування характерних точок геометричного об'єкта або об'єкта оформлення слід клацнути по ньому мишею.

У цьому режимі характерні точки відображаються у вигляді маленьких чорних квадратів, а об'єкт виділяється.

Практично всі об'єкти мають по кілька характерних точок, однак тільки одну з них можна переміщати одночасно. Щоб вказати точку, положення якої буде відредаговано, її потрібно активізувати.

Способи зміни положення характерної точки описані нижче.

Для зручності роботи на екрані відображається фантом об'єкта. При редагуванні положення характерної точки наведені способи активізації та переміщення характерної точки можна комбінувати. Наприклад, активізувати точку мишею, а перемістити та зафіксувати за допомогою клавіатури. Або активізувати точку за допомогою клавіатури, виконати локальну прив'язку і зафіксувати нове положення мишею.

Щоб зняти виділення з об'єкта після редагування його характерних точок, клацніть мишею поза зображення цього об'єкта. Коли виділення з об'єкта знімається, зникають і його характерні точки.

6 Загальні відомості про розміри

KOMI1AC-3D дозволяє створити в графічному документі будь-якої з передбачених стандартом варіантів розмірів. Можлива простановка декількох типів лінійних, кутових, радіальних розмірів, діаметрального розміру, розмірів висоти і дуги. Крім того, доступний спеціальний спосіб проставлення розмірів, при якому тип розміру автоматично визначається системою.

Команди простановки розмірів згруповані в меню Інструменти - Розміри, а кнопки для виклику команд - на панелі Розміри (рис. 2).



Рис. 2 Панель Розміри

Загальна послідовність дій при простановці більшості розмірів наступна:

1. Виклик команди простановки розміру потрібного типу або команди автоматичної простановки розмірів.
2. Вказівка об'єктів (об'єкта), до яких потрібно проставити розмір.
3. Налаштування накреслення розміру за допомогою вкладок Панелі властивостей 4. Редагування (при необхідності) розмірного напису і завдання її положення.

7. Особливості проставлення розмірів і позначень

При введенні і редагуванні тексту розмірного напису необхідно мати на увазі такі особливості:

- якщо межі включені до розмірного напису, а квалітет - ні, то номінальне значення в розмірного напису не відображається;
- якщо відображення граничних значень розміру включено, а квалітет не заданий, то зміна геометрії розміру (наприклад, при перестроюванні асоціативного розміру) не призводить до перерахунку граничних значень.

Точність відображення автоматично обчисленого значення можна задати в розділі Розміри - Точності діалогу налаштування

поточного документа . Якщо значення розміру введено вручну, то настройка точності на нього не впливає.

Лекція №6 Графічне вікно системи в режимі "Креслення"

1. Основні елементи інтерфейсу

КОМПАС-ГРАФІК - програма для операційної системи Windows, яка при активізації оформляється у вигляді вікна та володіє стандартними елементами керування, що й інші вікна Windows.

Програмне вікно КОМПАС-ГРАФІК може бути представлене в одному з трьох станів:

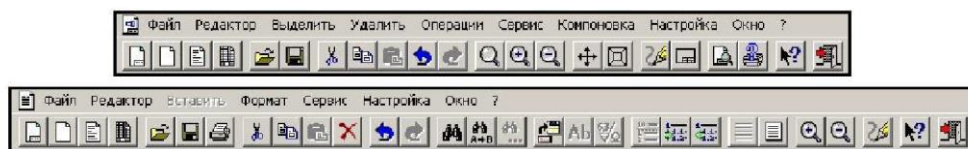
повноекранному, віконному та згорнутому до кнопки у Панелі задач. Переключення вікна в один з цих станів здійснюється за допомогою кнопок керування вікном у правій верхній частині вікна - Розгорнути, Відновити або Згорнути.

Вікно документа, звичайно, займає основну частину програмного вікна системи (рис. 4.1), де розміщується зображення відкритого нами креслення та з'являються всі нові документи. У вікні документа виконуються операції, пов'язані з побудовою, оформленням та редагуванням документів, а інші елементи програмного вікна займаються обслуговуванням даної області.

Заголовок програмного вікна розташований у верхній частині вікна, де відображається наступна інформація: назва і номер версії програми, тип відкритого документа (Лист чи Фрагмент), повний шлях (послідовність папок, що визначають його положення на твердому диску) і ім'я документа. У випадку відкриття листка креслення, додатково відображається інформація про ім'я поточного вигляду. Часто повний шлях і ім'я документа називають *повним ім'ям документа*..

Рядок меню розташований у верхній частині програмного вікна під Заголовком, де знаходяться основні сторінки меню системи. У кожній з сторінок зберігаються зв'язані з ними команди. Команди в меню об'єднані в групи за функціональними ознаками. Групи відділені одна від одної горизонтальними лініями.

Деякі команди, наприклад **Створити**, мають свої власні підменю, так звані "*вкладені меню*". У цьому випадку праворуч від команди нанесений символ трикутника. Переміщення курсора на назву такої команди приводить до розкриття підменю. Існують команди, після активізації яких система вступає в діалог із користувачем. Праворуч від назви таких команд, наприклад, **Зберегти як...**, відображені три крапки (...). Запуск таких команд приводить не до їх негайного виконання, а викликає на екран діалогове вікно, у якому потрібно ввести деякі параметри, необхідні для виконання команди. Слід зауважити, що багато команд Рядка меню дублюють кнопки на Панелі керування. Наприклад, команді **Відкрити** у меню Файл відповідає кнопка **Відкрити документ** на Панелі керування.



Праворуч від назви деяких команд нанесені позначення клавіш клавіатури (або їх комбінацій), наприклад, **F3** для команди **Відкрити**. Це так звані *гарячі клавіші*. Для запуску таких команд досить натиснути відповідну клавішу (чи комбінацію), не відкриваючи меню.

Нарешті, деякі команди в списку можуть відображатися блідим шрифтом. Це означає, що в даний момент відсутні умови для їхнього виконання. У такому випадку команда вважається забороненою і не може бути виконана. Система динамічно відслідковує ситуацію у вікні і робить недоступними команди, які в конкретній ситуації не актуальні або не коректні.

Панель керування розташована у верхній частині вікна системи відразу під Рядком меню. На цій панелі розташовані кнопки, що дозволяють звернутися до найбільше часто вживаних при роботі з КОМПАС-ГРАФІК команд: створення, відкриття і збереження файлів документів, виведення на плотер і принтер і т.п.

Склад Панелі керування різний для різних режимів роботи системи. Наприклад, при редагуванні креслення вона виглядає так, як показано на рис. 4.2 зверху, а при введенні чи редагуванні тексту - як показано знизу. Крім того, набір кнопок на Панелі керування можна змінити за допомогою засобів налаштування системи.

Багато команд у Панелі керування продубльовані командами Рядка меню. Запуск команд із Панелі керування здійснюється простим клацанням на відповідній кнопці. Призначення та використання кнопок на Панелі керування детально розглядатиметься нижче.

Рядок повідомлень розташовується знизу програмного вікна КОМПАСГРАФІК. У ньому відображаються різні повідомлення і запити системи. Це може бути :

- коротка інформація про той елемент екрана, до якого підведений курсор;
- повідомлення про те, введення яких даних очікує система в даний момент;
- коротка інформація з поточної дії, яку виконує система.

Рядок повідомлень - це наш головний помічник і порадник. Потрібно дуже уважно стежити за її станом. Це допоможе правильно реагувати на запити і повідомлення системи та уникнути помилок при виконанні побудов, особливо на початку роботи.

Рядок поточного стану знаходиться в нижній частині вікна КОМПАСГРАФІК відразу над Рядком повідомлень. У цьому рядку відображаються параметри поточного документа - вигляд (якщо документ є аркушем креслення), шар, в якому працює користувач, масштаб відображення у вікні і ряд інших параметрів: крок курсору при переміщенні клавішами, його поточні координати і т.п.

Стан системи і поточного документа представлено стандартними елементами керування: кнопками, полями і списками. Зміна параметрів поточного документа виконується активізацією відповідної кнопки, викликом списку фіксованих параметрів або введенням конкретного значення параметра у відповідне поле безпосередньо з клавіатури. Наприклад, перехід від одного вигляду до іншого можна виконати, активізувавши мишкою кнопку "**Вигляд**". Відкриється діалогове вікно, у якому перераховані всі наявні в даному кресленні вигляди. Напроти активного вигляду стоїть "галочка".

Лекція № 10 Основні геометричні параметри для побудови зубчастих коліс

Розглянемо основні елементи зубчастого колеса (рис. 1, а). Циліндрична поверхня (1), що відокремлює зубці від тіла зубчастого колеса, називається поверхнею западин зубців. Циліндрична поверхня (2), що обмежує зуби по висоті – поверхня вершин зубців. Простір між двома сусідніми зубцями (3) – западина. Поверхня, що обмежує зуб зі сторони западини (4), називається бічною поверхнею зуба. Поверхня, що обмежує зуб зі сторони западини (4), називається бічною поверхнею зуба.

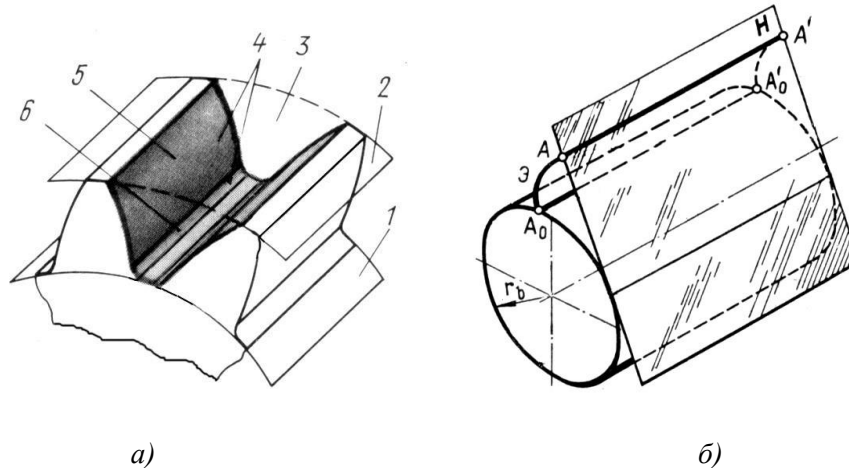


Рис. 1

Бічна поверхня складається із головної (5) та перехідної (6) поверхонь. Головна поверхня – це та частина бокової поверхні зуба, яка взаємодіє з головною поверхнею іншого зуба і при цьому забезпечує задане передаточне відношення. Перехідна поверхня з'єднує головну поверхню з поверхнею западин.

Головною поверхнею, як зазначалось вище, найчастіше є евольвентна поверхня. Її можна подати як сукупність цілком однакових евольвент, що розміщені у площинах, перпендикулярних до осі колеса. Ці евольвенти є траєкторіями точок твірної прямої AA_0 , що належить площині H , яка перекочується по основному циліндру без ковзання (рис. 1, б).

На рис. 2 зображено зубчасте колесо із зовнішніми зубцями. При розгляді зубчастих коліс зазначають чотири кола:

- *коло вершин* (виступів, зовнішнє коло), r_a – коло, що належить поверхні вершин;
- *коло западин*, r_f – коло, що належить поверхні западин;
- *основне коло*, r_b – коло, яке є базою для побудови евольвентного профілю зубців. Діаметр основного кола – єдиний параметр, що визначає форму евольвенти, оскільки кожному конкретному колу відповідає одна певна евольвента;
- *ділильне коло*, r – коло, яке є базою для визначення розмірів елементів зубців. Ділильне коло, це коло, що перетинає профіль зуба в точці, для якої

кут профілю дорівнює стандартному куту, $\alpha = 20^\circ$ (куту нахилу зуба інструментальної рейки). Нагадаємо, гострий кут у поперечному перерізі зубця, між дотичною до профілю зубця у даній точці та лінією, що проходить через цю точку і центр колеса, називається *кутом профілю зубця*. Кут профілю зубця у т.К, яка знаходиться на ділильному колі, стандартизований і дорівнює 20° . Ділильне коло ділить зубець на дві частини – головку та ніжку.

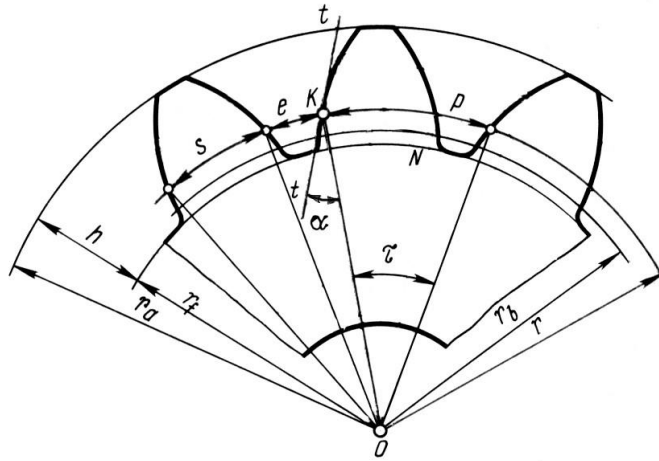


Рис. 2

Коли мова йде про зачеплення зубчастих кіл, розрізняють ще початкове коло. Початкове коло – це поняття кінематичне і у окремо взятого колеса такого кола не має. *Початкові кола*, як вже відмічалось, це центроїди у відносному русі зубчастих кіл, тобто кола, якими зубчасті колеса у відносному русі перекочуються одне по одному без ковзання. Для зачеплення нормальних, нульових кіл, радіуси початкових кіл дорівнюють радіусам ділильних кіл, $r_w = r$.

Відстань між однойменними точками профілів двох сусідніх зубців по дузі концентричного кола зубчастого колеса називається *коловим кроком* зубців і позначається p (з індексом відповідного кола). Розрізняють ділильний p , початковий p_w , основний p_b та інші колові кроки зубців, що відповідають ділильному, початковому, основному та іншим концентричним колам зубчастого колеса.

Крок зубців по будь-якому колу можна представити як суму товщини зуба s та ширини западини e ; тобто $p = s + e$; $p_i = s_i + e_i$

Дуги p , p_b , p_w та p_i відповідають одному і тому ж кутовому кроку

$$\frac{p}{r} = \frac{p_b}{r_b} = \frac{p_i}{r_i}.$$

Центральний кут, що опирається на дугу кола зубчастого колеса, яка дорівнює коловому кроку називається *кутовим кроком*.

Кутовий крок можна виразити і так

$$\frac{2\pi}{360^\circ} \text{ або } \frac{p}{r}.$$

Важливим елементом зубчастого колеса є крок по ділильному колу.

Виразимо довжину ділильного кола через крок p і число зубців z : $2\pi r = pz$ або

$$d = \frac{pz}{\pi} \text{ мм}.$$

Відношення p/π позначають буквою m і називають модулем. Це зв'язано з тим, що π – число ірраціональне (3,1459...), і відношення p/π не може бути точно пораховане. Цей факт ускладнює підбір розмірів зубчастих коліс при проектуванні коліс та практичний їх вимір. З іншого боку, зубці коліс нарізаються на спеціальних станках різучим інструментом, розміри і форма якого залежать від величини модуля. Щоб не мати на заводах надмірної кількості різучого інструменту, домовились для деякого кола, що називається ділильним, вибирати модулі із ряду раціональних чисел. Модулі зубців стандартизовані. У ГОСТ 9563 наведено значення модулів, починаючи від 0,05 до 100 мм, у вигляді двох рядів (основного та допоміжного). До цих значень можуть заокруглюватись модулі, що отримані при розрахунку.

Модуль є основною характеристикою зубчастих коліс. Через модуль виражають розміри зубчастих коліс, передач та зубонарізного інструменту.

Модуль – це крок на ділильному колі, поділений на π . Одиниця модуля – мм.

Стандартні модулі від 1 до 5 мм такі:

1-й ряд: 1 1,25 1,5 2 2,5 3 4 5

2-й ряд: 1,125 1,375 1,75 2,25 2,75 3,5 4,5 5,5

Радіальна відстань h між колами вершин та западин є висотою зуба; вона складається із двох частин: висоти головки h_a та висоти ніжки h_f . Тобто, $h = h_a + h_f$.

Визначимо розміри зубчастих коліс, у яких ділильні кола співпадають з початковими; такі колеса будемо називати нульовими. Ці розміри, як зазначалося, можуть бути завжди виражені у функції модуля. Наприклад, ділильний діаметр $d = mz$. Діаметр вершин

$$d_a = d_1 + 2h_a = mz_1 + 2m = m(z_1 + 2).$$

Діаметр западин

$$d_f = d_1 - 2h_f = mz_1 - 2,5m = m(z_1 - 2,5).$$

Тут враховано, що висота h_a головки зуба та висота h_f ніжки зуба переважно приймаються рівними $h_a = m$, $h_f = 1,25m$. Більший розмір ніжки у порівнянні з головкою забезпечує зазор між головкою зуба одного колеса та впадиною іншого. Відзначимо, що деколи застосовуються колеса з вкороченими зубцями, для яких $h_a = 0,8m$, $h_f = m$.

Міжосьова відстань a_w між центрами коліс O_1 та O_2 також може бути виражена через m

$$a_w \approx 0,5 \cdot d_1 \cdot d_2 \approx 0,5m \cdot z_1 \cdot z_2.$$

Лекція № 11 Використання бібліотек Компас

Модуль параметричних бібліотек – має конструкторську бібліотеку машинобудівних елементів, кріплення, редукторів, електродвигунів і ін.

Компас-SPRING – призначений для виконання проектних і перевірочних розрахунків циліндричних гвинтових пружин стиску і розтягання, тарілчастих, конічних і фасонних пружин, а також побудови їхніх креслень.

Компас-SHAFT Plus – призначений для побудови вала з наступною генерацією креслення і 3D-моделі.

Компас-GEARS – призначений для розрахунків механічних передач (геометричні розрахунки і розрахунки на міцність циліндричних і конічних зубчастих, ланцюгових, черв'ячних і пасових передач).

Використання бібліотек КОМПАС-3D значно скорочує та спрощує створення креслень використання бібліотек КОМПАС-3D, в яких містяться зображення стандартних деталей та типових елементів у параметричному вигляді.

1. Робота з бібліотекою

Робота з усіма бібліотеками КОМПАС-3D проводиться за допомогою спеціальної утиліти —



Менеджера бібліотек —

Для увімкнення та вимкнення вікна Менеджера бібліотек служить команда **Сервис — Менеджер бібліотек**.

Ви можете зафіксувати вікно **Менеджера** поряд із будь-якою межею **Головного окна** системи. Прийоми управління станом **Менеджера бібліотек** практично аналогічні до прийомів управління станом **Панелі свойств**.

Вікно менеджера бібліотек може містити декілька вкладок. На першій вкладці – **Бібліотеки КОМПАС** – відображається структура Менеджера: списки розділів та бібліотек.

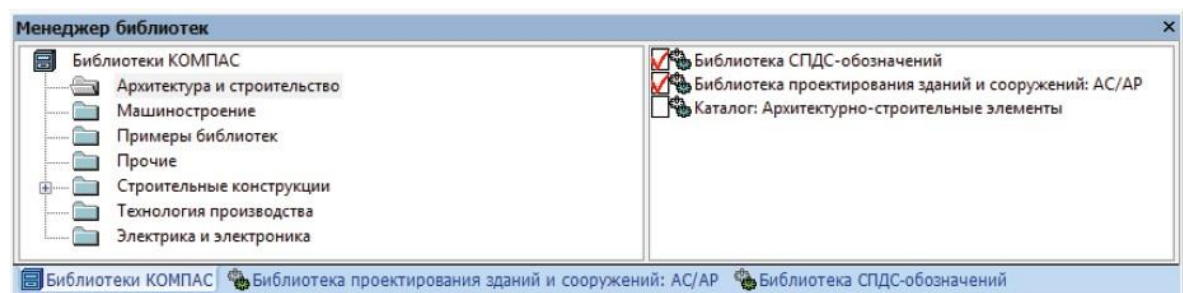


Рис. 1 – Менеджер бібліотек

У лівій частині діалогу відкритого вікна бібліотеки відображається список команд поточної бібліотеки, які можуть бути згруповані за розділами. Щоб розгорнути зміст будь-якого розділу, встановіть курсор на значку плюса поруч із заголовком розділу і клацніть лівою кнопкою миші. Повторне клацання на цьому символі (після розгортання розділу він відображається як мінус) призведе до згортання змісту розділу. У правій частині діалогу відображаються слайди, які полегшують пошук потрібної команди.

Для запуску бібліотечної команди на виконання виберіть її назву у списку та натисніть кнопку **ОК**. Можна також двічі клацнути лівою кнопкою миші на назві команди.

Якщо у розділі є підключені бібліотеки, його піктограма відображається сірим кольором, якщо ні — блакитним.

Зліва від назви кожної бібліотеки знаходиться піктограма, що характеризує тип бібліотеки:  — прикладна бібліотека

На решті вкладок Менеджера відображається вміст приєднаних на даний момент бібліотек фрагментів, моделей та прикладних бібліотек, що працюють у режимі панелі.

Підключені бібліотеки відмічені червоною галочкою.

Для роботи з Менеджером та з бібліотеками призначені команди контекстних меню вкладок.

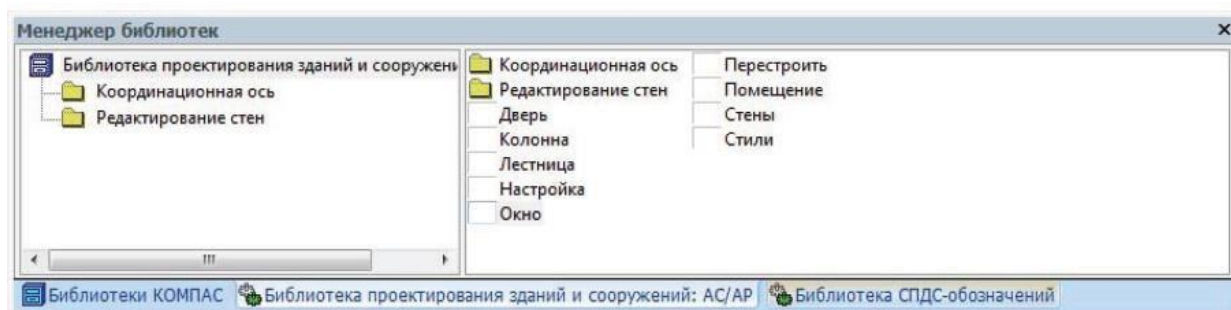


Рис. 2

Для керування Менеджером бібліотек призначені команди контекстного меню області перегляду розділів.

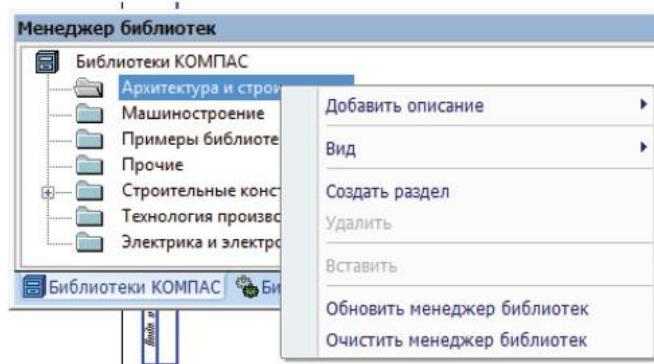


Рис. 3

Для керування бібліотеками призначені команди контекстного меню бібліотеки, виділеної у списку.

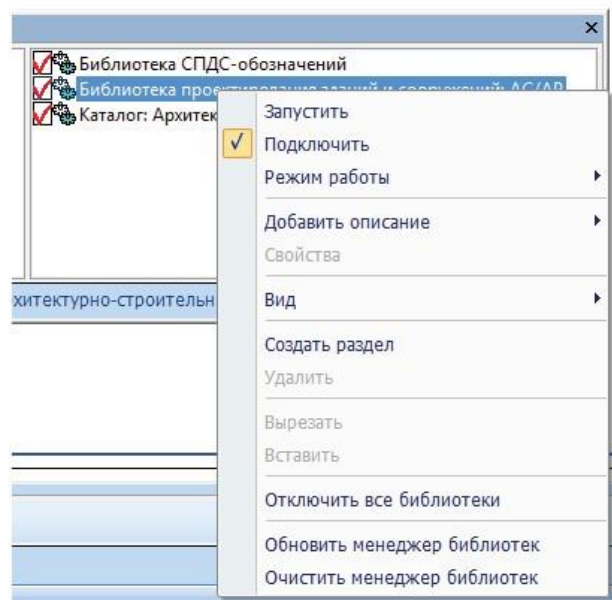


Рис. 4

Команда **Вид** контекстного меню призначена для налаштування зовнішнього вигляду панелі Менеджера бібліотек, конкретної бібліотеки або її елемента

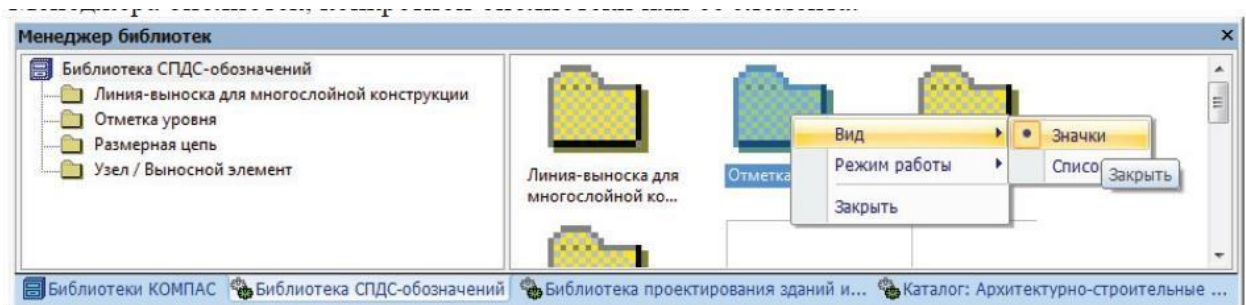


Рис. 5

При роботі в КОМПАС-3D можна зберігати створені зображення типових деталей у фрагментах, а потім вставляти їх у нові креслення. Якщо під час роботи часто виникає необхідність вставляти в креслення одні й самі фрагменти, зручно користуватися **бібліотеками фрагментів**.

У бібліотеках можна впорядковано зберігати різні типові фрагменти із довільними коментарями до них. Використання бібліотек фрагментів спрощує пошук та вставку в документ готових зображень.

Кожна бібліотека фрагментів відображається на окремій вкладці **Менеджера бібліотек**.

Для налаштування зовнішнього вигляду вкладки служить команда **Вид** з контекстного меню.

Щоб вставити фрагмент із бібліотеки у поточний графічний документ, виконайте наступні дії:

1. Перейдіть до списку, який потрібно вставити, і викличте в контекстному меню команду **Вставити фрагмент в документ**.

Можна також двічі клацнути мишею на ім'я потрібного фрагмента. Система перейде у режим вставки фрагмента. На **Панелі свойств** з'являться елементи керування вставкою.

2. Налаштуйте параметри вставки на **Панелі свойств** та вкажіть базову точку фрагмента.

3. Виконайте необхідну кількість вставок та натисніть .

2. Використання конструкторської бібліотеки на прикладі Болтового з'єднання

Розглянемо варіант використання конструкторської бібліотеки з прикладу створення фрагмента завдання «Болтовое соединение».

1. Створити документ – креслення, встановити формат аркуша A3, орієнтація – горизонтальна.

2. Викликати менеджера бібліотек. Розкрити розділ «**Машиностроение**», включити опцію «**Конструкторская библиотека**» і активізувати вкладку конструкторської бібліотеки, що з'явилася на панелі.

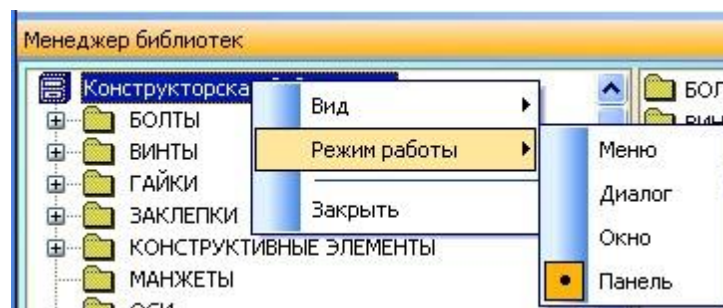


Рис. 6 – Підключення конструкторської бібліотеки

3. У списку елементів бібліотеки вибрати «**Крепежный элемент**» і двічі клацнути на його назву.

4. У діалоговому вікні кріпильного елемента (рис. 7) встановити діаметр різьблення, товщину деталей, що скріплюються, і вибрати вид зображення. Включити опцію «**Отверстие**» та «**Автоподбор**».

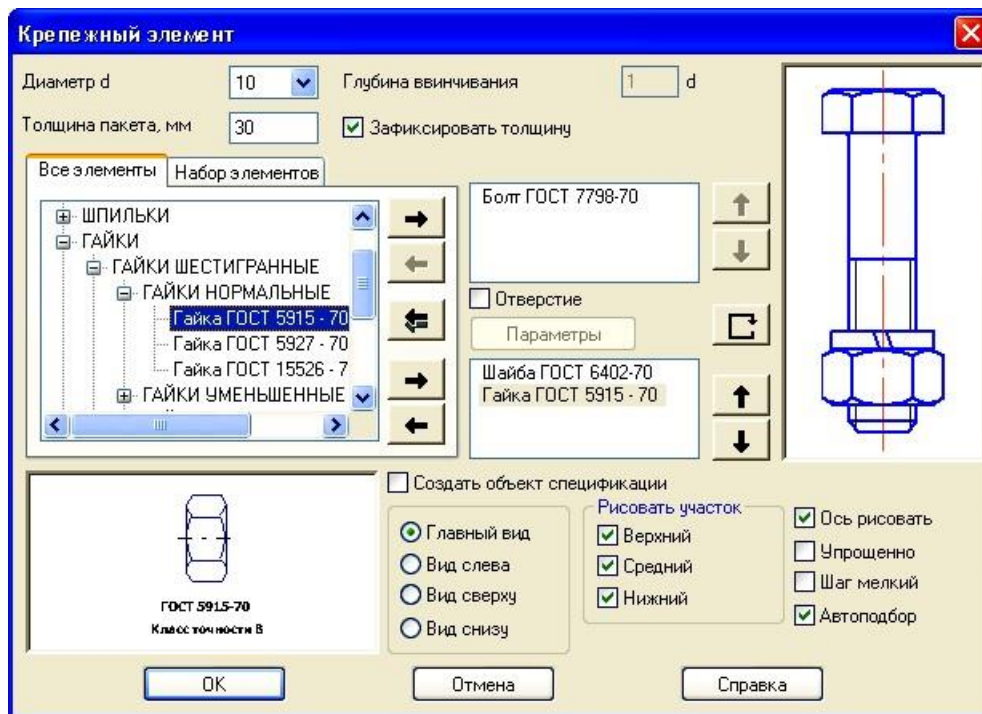


Рис. 7 – Діалогове вікно елемента кріплення

Якщо необхідно змінити параметри будь-якої кріпильної деталі, додати або видалити деталі, то в лівому діалоговому вікні розкрити список елементів, вибрати потрібний і кнопками «Добавить» або «Удалить» зробити редагування. Натиснути кнопку «ОК».

5. На екрані з'явиться фантом кріпильного елемента та діалогове вікно «Крепежный элемент» (рис. 8).

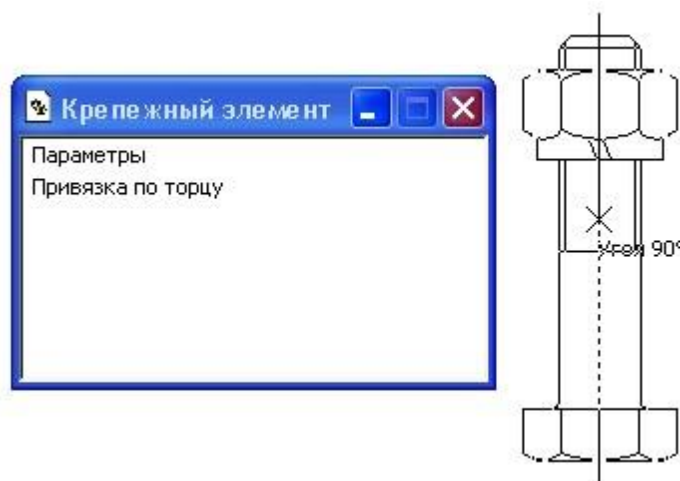


Рис. 8 – Діалогове вікно «Крепежный элемент»

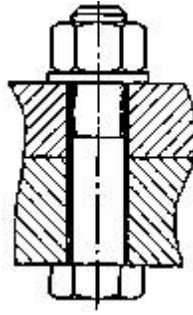


Рис. 9 – Фрагмент з'єднання болтом

За допомогою прив'язки встановити елемент на кресленні. Щоб змінити режим прив'язки, двічі клацніть за назвою команди прив'язки.

6. Активізувати панель «Геометрия» та завершити створення фрагмента, як показано на рисунку 9.

Лекція № 12 Моделювання зборок

1 Основні поняття КОМПАС-3D для тримірної моделі зборки

- **Зборка** - тримірна модель, яка об'єднує моделі деталей, підборок та стандартних виробів, а також містить інформацію про їх взаємне положення та залежності між їх параметрами.
- **Компонент** - деталь, підзборка і стандартний виріб, що входять в склад зборки.
- **Підзборка** - зборка, що входить в склад поточної зборки як одне ціле.
- **Спряження** - параметричний зв'язок між компонентами зборки, що формується шляхом задання взаємного положення їх елементів (наприклад, паралельність граней чи ребер, співпадіння вершин і т.п.).

2. Порядок роботи при моделюванні зборки

Зборка в КОМПАС-3D складається з компонентів. При створенні зборки в неї послідовно додають моделі компонентів. Компоненти зберігаються в окремих файлах на диску, а у файлі зборки зберігаються тільки посилання на ці компоненти.

Користувач може вказати взаємне положення компонентів зборки, задавши параметричні зв'язки між їх гранями, ребрами чи вершинами (наприклад, збіг граней двох деталей чи співвісність втулки й отвору). У зборці можна також виконати формотворні операції, що імітують обробку виробу в зборі (наприклад, створити отвір, що проходить через усі компоненти зборки і відітнути частину зборки площиною).

Проектування "знизу вверху"

Якщо на диску існують всі компоненти, з яких складається зборка, то їх можна вставити в зборку, а потім назначити необхідні спряження. Такий спосіб проектування нагадує дії робітника при складанні механізму, що послідовно додає в зборку деталі і вузли та встановлює їх взаємне положення.

Спосіб, на перший погляд, дуже простий, але його використовують рідко і при проектуванні нескладних зборок, що містять невелику кількість деталей. Оскільки при проектуванні окремих деталей, що входять в майбутню зборку, потрібно точно представляти їх взаємне положення та топологію виробу в цілому, розраховувати та запам'ятовувати "спряжені" розміри (по яких деталі в зборці контактують - спрягаються). У випадку складного механізму розрахунки "спряжених" розмірів з використанням параметричних зв'язків є клопіткою, складною операцією.

Проектування "зверху вниз"

Цей спосіб передбачає, що компоненти виробу ще не існують. Їх потрібно моделювати безпосередньо в зборці. Перший компонент (наприклад, деталь) моделюється в звичайному порядку, а при моделюванні наступних компонентів вже використовуються існуючі. Наприклад, ескіз основи нової деталі створюється на грані існуючої деталі і повторює її контур, а траєкторію цього ескізу при виконанні кінематичної операції стає ребро іншої деталі. Параметричні зв'язки між деталями виникають безпосередньо в процесі побудови, отже, при редагуванні одних компонентів, інші автоматично перебудовуються. Окрім того, що виникають автоматичні асоціативні зв'язки, відбувається і автоматичне визначення більшості параметрів компонентів, що позбавляє від необхідності самостійно розраховувати та запам'ятовувати ці параметри. Тому проектуванню "зверху вниз" віддають перевагу в порівнянні з проектуванням "знизу вгору", так як він дозволяє автоматично визначати більшість параметрів і форму взаємозв'язаних компонентів та відразу створювати параметричні моделі виробу.

Змішаний спосіб проектування

На практиці найчастіше використовується змішаний спосіб проектування, що містить у собі прийоми проектування як "зверху вниз" та і "знизу вгору".

У зборку вставляються готові моделі компонентів, що визначають її параметри, а також моделі стандартних виробів. Наприклад, при проектуванні редуктора спочатку створюються моделі окремих деталей - зубчастих коліс, валів, а потім ці деталі вставляються в зборку і виконується їх компонування. Інші компоненти (наприклад, корпус, кришки та інші деталі, що оточують зубчасту пару та залежать від їхніх розмірів і положення) створюються "на місці" (проектують у зборці) з урахуванням положення та розмірів оточуючих компонентів.

3. Особливості інтерфейсу системи Компас-3D при моделюванні зборок

При роботі зі зборкою інтерфейс системи доповнюється новими можливостями, що дозволяють збирати твердотільні моделі деталей згідно їх функціонального призначення у складальні одиниці (виконувати зборку).

При роботі з тривимірним модулем змінює вигляд Панель керування та Інструментальна панель. Панель керування поповнюється двома кнопками з новими командами призначеними для роботи зі зборкою. Перша дозволяє редагувати компонент безпосередньо у вікні зборки, друга - виконувати зображення зборки в "рознесеному" вигляді (рис.1).

Інструментальна панель у режимі роботи зі зборкою містить шість сторінок. Основна сторінка призначена для проектування зборки. На ній зібрані команди, що дозволяють вставити в зборку модель з файлу, створити деталь та виконати деякі формотворні операції безпосередньо в режимі створення зборки, перемістити компонент, повернути компонент, повернути компонент навколо осі чи точки (рис. 2).

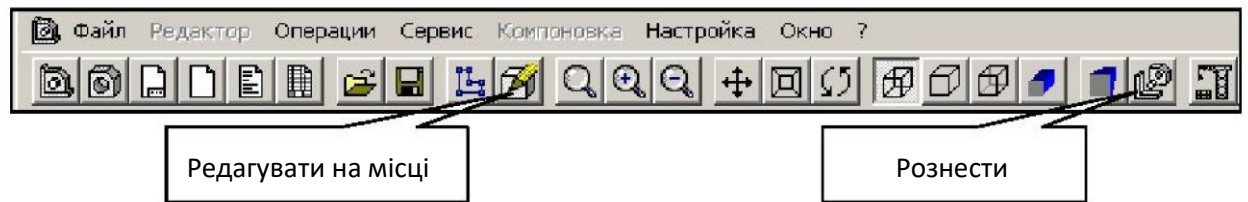


Рис. 1

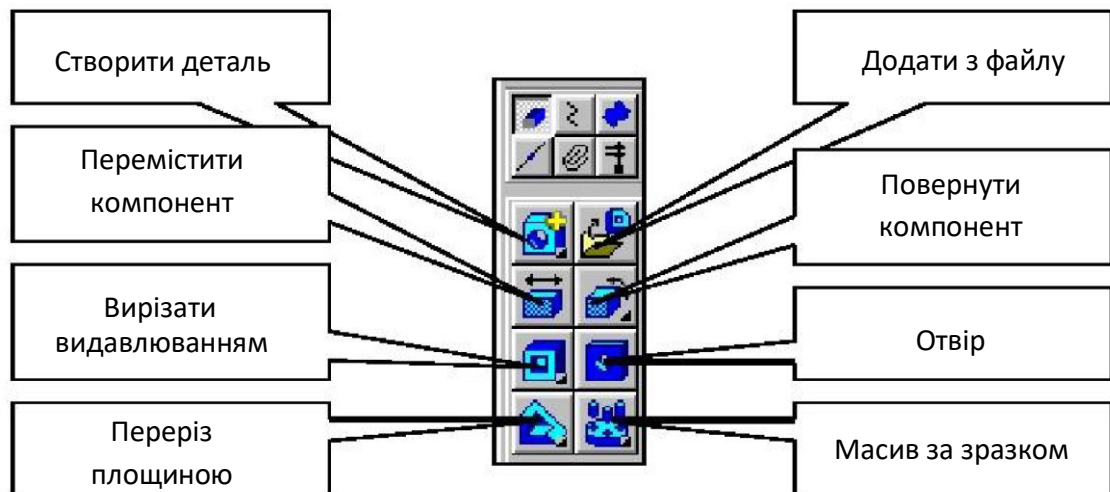


Рис. 2

При роботі зі збіркою виникає потреба зафіксувати компонент, щоб він не переміщався в системі координат зборки. Перший компонент, який вставляється в нову збірку з файлу, фіксується автоматично. Для фіксації інших компонентів виконують наступні дії:

- виділити компонент в Дереві побудови;
- викликати контекстне меню, а в ньому команду *Властивості компонента*;
- в діалоговому вікні включити опцію *Зафіксувати*;
- завершити роботу з діалоговим вікном, натиснувши кнопку *Ок*.

Справа від піктограми зафіксованого компонента в Дереві побудови з'явиться буква **Ф** в круглих дужках. Щоб відмінити фіксацію компонента, виконують аналогічні дії та виключають опцію *Зафіксувати* в процесі діалогу (рис. 3).

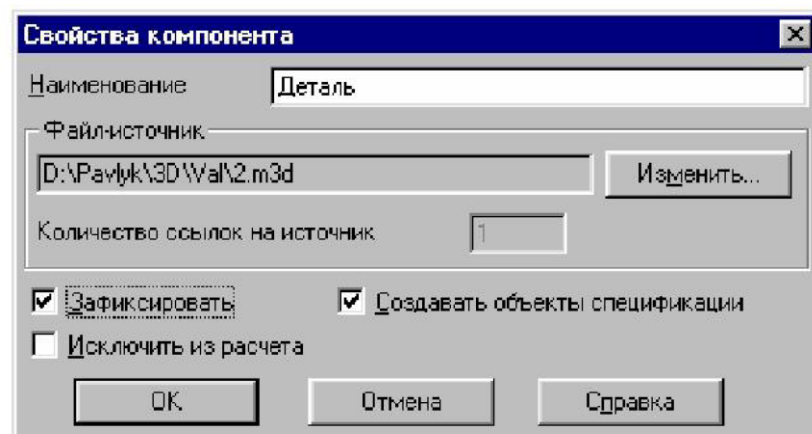


Рис. 3

Коли в зборці створені (чи додані з файлів) всі необхідні компоненти, можна приступати до створення зв'язків між ними (вказати потрібні спряження).

Спряження - це параметричний зв'язок між гранями, ребрами чи вершинами різних компонентів зборки. В КОМПАС-3D реалізовані такі спряження: співпадіння елементів; дотик елементів; співпадіння осей (співвісність) елементів; паралельність елементів; перпендикулярність елементів; розміщення елементів на заданій віддалі; розміщення елементів під заданим кутом.

Команди для накладання спряжень знаходяться в рядку головного меню в розділі **Операції**. Для швидкого виклику потрібних команд користуються сторінкою **Спряження** Інструментальної панелі системи. Після її активізації відкривається інструментальна панель усіх спряжень відображених відповідними піктограмами (рис. 4).

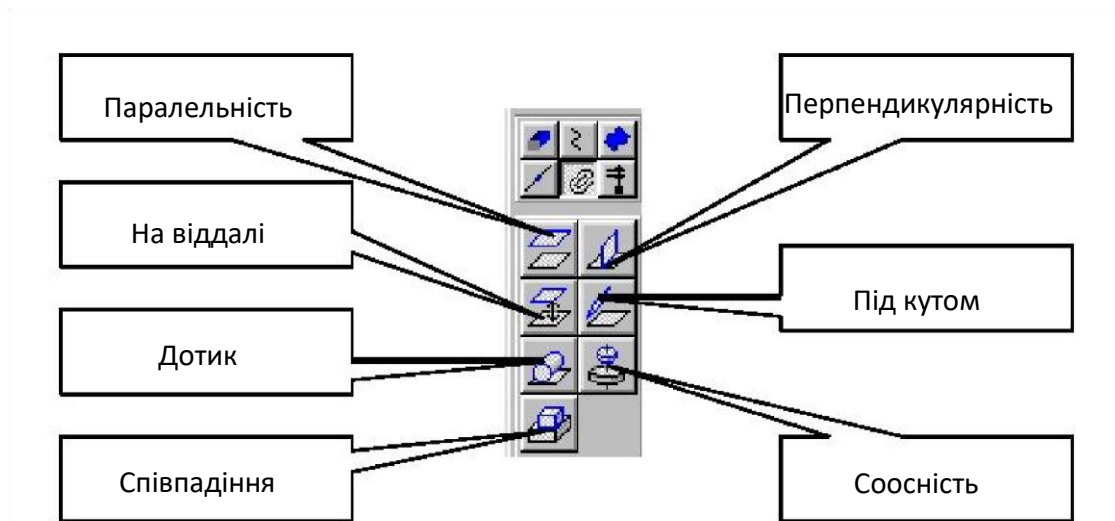


Рис. 4

4. Формотворні операції в зборці

При проектуванні зборки можна виконувати команди, які використовуються при моделюванні одиночної деталі - формотворні операції, що приводять до видалення матеріалу компонентів. В режимі роботи зі зборкою передбачені наступні операції:

- вирізання елемента видавлюванням;
- вирізання елемента обертанням;
- вирізання кінематичного елемента;
- вирізання елемента по перерізах;
- створення круглого отвору; • відсікти частину моделі площиною;
- відсікти частину моделі по ескізу.

Дії користувача при виконанні цих операцій аналогічні діям користувача при моделюванні однієї деталі. Слід звернути увагу на наступне: ескізи елементів, які будуть вирізані зі зборки, повинні будуватися в цій зборці.

5. Рознесення компонентів

При підготовці технічної документації часто виникає потреба наочно продемонструвати порядок збирання, розбирання чи технічного обслуговування виробу. Така можливість є особливо корисною при підготовці рекламних матеріалів на продукцію. КОМПАС-3D дозволяє легко виконати наглядне зображення в, так званому, "рознесеному" вигляді. На рис. 5 зображений гідроциліндр в зібраному та в "рознесеному" вигляді.

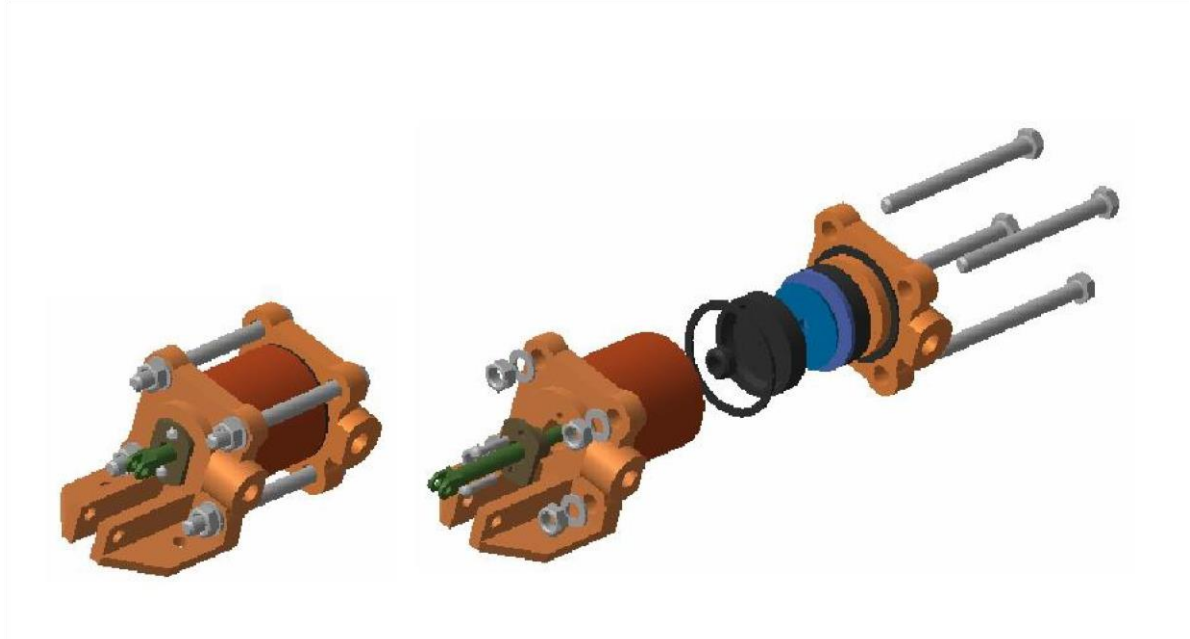


Рис. 5

Процес рознесення виконується командою **Рознести**, що знаходиться на Панелі керування. Але, щоб команда стала доступною, спочатку вказуємо параметри рознесення: компоненти для рознесення, напрямок і величину їх переміщення. Щоб вказати потрібні значення параметрів рознесення необхідно в рядку головного меню викликати сторінку **Компановка** вибрати команду **Рознести компоненти - Параметри**. На екрані з'явиться діалогове вікно **Параметри рознесення компонентів** (рис.6). В полі **Список кроків** відображаються кроки рознесення компонентів. Якщо настройку параметрів рознесення поточної зборки не виконували раніше - поле пусте. Для внесення кроків натискаємо кнопку **Додати**, вказуємо компоненти для рознесення та параметри операції. Для внесення компонентів включаємо опцію **Компоненти** та вибираємо потрібні об'єкти в **Дереві побудови** або в активному вікні системи. Залишається вказати напрямок і задати величину переміщення. Опція **Напрямок** та поле **Віддаль** стають доступними, якщо вказаний елемент моделі (поверхня чи ребро) відносно якого треба виконувати переміщення.

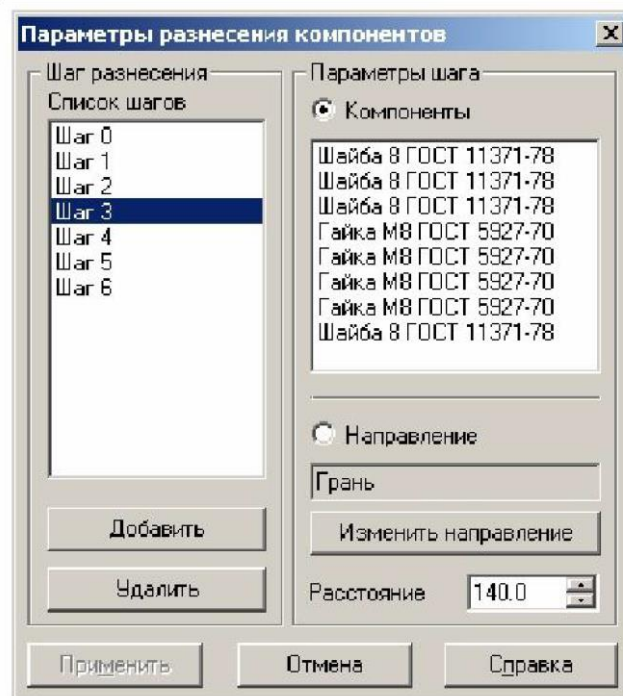


Рис. 6

Аналогічно можна задати довільну кількість кроків рознесення та настроїти їх параметри. Щоб завершити роботу з командою **Рознести компоненти - Параметри** треба закрити діалогове вікно. Модель зборки в активному вікні відобразиться в рознесеному виді. Команда **Рознести** стає доступною на Панелі керування і служить перемикачем між режимом рознесення та звичайним відображенням зборки. Крім того, виключити/включити режим відображення зборки в рознесеному вигляді можна в рядку головного меню: **Компановка - Рознести компоненти - Параметри** та зняти/поставити галочку поряд з назвою команди.

Лекція № 13 Класифікація схем. Особливості оформлення схем

Принципова гідравлічна схема — це технічний документ, інформація якого представлена у вигляді умовних графічних зображень чи позначень про будову виробу, його складові частини та взаємозв'язки між ними.

Гідравлічні та пневматичні схеми в залежності від основного призначення діляться на наступні типи:

□

стру
ктурні; □
при
нципові; □
з'єд
нань.

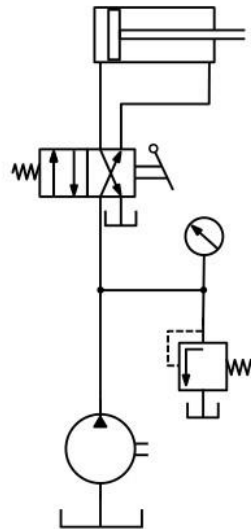


Рис.1 Принципова гідралічна схема гідроприводу (код ГЗ)

Структурні гідралічні (пневматичні) схеми

Елементи і пристрої зображують на структурній схемі у вигляді прямокутників, усередині яких вписані найменування їх функціональної частини. Згідно ГОСТу 2.721-68 всі елементи зв'язані між собою лініями взаємозв'язку (суцільні основні лінії), якими прийнято вказувати напрям потоків робочого середовища. Графічна побудова схеми надає якомога наочне уявлення про послідовність взаємодії функціональних частин у виробі. В разі наявності на схемі великого числа функціональних частин допускається замість найменувань, типів і позначень проставляти порядкові номери справа від зображення або над ним (як правило, зверху вниз в напрямку зліва направо). Найменування, типи і позначення зрештою вказують у таблиці, яка розміщується на полі схеми. Цей вид схем позначається у шифрі основного напису символами Г1 (П1 - для пневматичних).

Принципові гідралічні (пневматичні) схеми

Принципова схема містить всі гідралічні (пневматичні) елементи або пристрої необхідні для того, щоб здійснювати і контролювати у виробі задані гідралічні (пневматичні) процеси, і всі гідралічні (пневматичні) зв'язки між ними. В такому випадку використовують графічні умовні позначки:

- для гідроаккумуляторів, кондиціонерів, баків та інших елементів мереж згідно ГОСТу 2.780-68;
- для апаратури керування згідно ГОСТу 2.781-96;
- для насосів та двигунів згідно ГОСТу 2.782-96;
- для пневмо-гідрокомунікацій (гідроліній) згідно ГОСТу 2.784-96.

Зауважимо, що елемент повинен мати свою позиційну позначку, яка складається з літерного позначення і порядкового номера. Літерне позначення – це скорочене найменування елемента, складене з його початкових або характерних букв, наприклад: клапан — К, дросель — ДР. Порядкові номери елементів (пристроїв) слід присвоювати, починаючи з одиниці, в межах групи елементів (пристроїв), яким на схемі присвоєно однакову літерну позиційну позначку, наприклад: Р1, Р2, Р3 і т.д., К1, К2, К3 і т.д.

Літерні позиційні позначення основних елементів виглядають так:

- Пристрій (загальна позначка) — А
- Гідроаккумулятор (пневмоаккумулятор) — АК
- Апарат теплообмінний — АТ
- Гідробак — Б
- Вологовіддільник — ВД
- Вентиль — ВН
- Гідровитискувач — ВТ
- Пневмоглушник — Г
- Гідродвигун (пневмодвигун) поворотний — Д
- Подільник потоку — ДП
- Гідродросьель (пневмодросьель) — ДР
- Гідрозамок (пневмозамок) — ЗМ
- Гідроклапан (пневмоклапан) — К
- Гідроклапан (пневмоклапан) витримки часу — КВ
- Гідроклапан (пневмоклапан) тиску — КД
- Гідроклапан (пневмоклапан) зворотний — КО
- Гідроклапан (пневмоклапан) запобіжний — КП
- Гідроклапан (пневмоклапан) редукційний — КР
- Компресор — КМ
- Гідромотор (пневмомотор) — М □ Манометр — МН
- Гідродинамічна передача — МП
- Маслорозпилювач — МР
- Олив'ярка — МС
- Гідродинамічна муфта — МФ
- Насос — Н

- Насос аксіально-поршневий — НА
- Насос-мотор — НМ
- Насос пластинчастий — НП
- Насос радіально-поршневий — НР

- Пневмогідроперетворювач — ПГ

- Гідропреретворювач — ПР

- Гідророзподільник — Р

- Реле тиску — РД
- Гідроапарат (пневмоапарат) золотниковий — РЗ
- Гідроапарат (пневмоапарат) клапанний — РК
- Регулятор потоку — РП

- Ресивер — РС

- Сепаратор — С

- Суматор потоків — СП

- Термометр — Т

- Гіродинамічний трансформатор — ТР

- Пристрій випуску повітря — УВ

- Гідропідсилювач — УС

- Фільтр — Ф

- Гідроциліндр (пнеumoциліндр) — Ц

Всі елементи, які входять до складу виробу і зображені на схемі, мають бути однозначно визначені на принциповій схемі. Дані про елементи обов'язково заносять в перелік елементів. Зв'язок переліку з умовними графічними позначеннями елементів повинен здійснюватися через позиційні позначки. Перелік елементів розміщують на першому аркуші схеми або виконують у вигляді самостійного документу. Ці схеми позначаються у шифрі основного напису символами ГЗ (ПЗ').

Елементи у схемі обов'язково нумерують. Номери розташовують по порядку, починаючи з одиниці, у напрямку потоку рідини або повітря. Приклад нумерації показаний на рис.2.

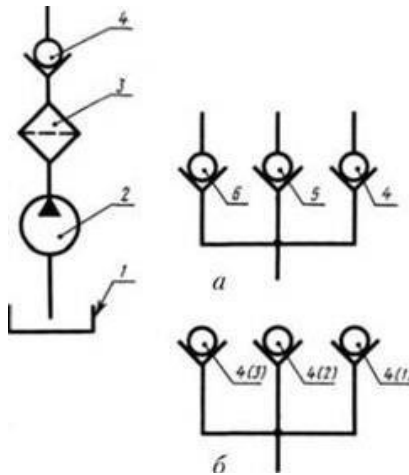


Рис.2 Нумерація елементів в принциповій схемі

Схеми з'єднань

На схемах з'єднань, крім усіх гідравлічних і пневматичних елементів, показують також трубопроводи та елементи їх з'єднань. При цьому, з'єднання трубопроводів показують у вигляді спрощених зовнішніх обрисів, а самі трубопроводи — суцільними основними лініями.

Схема з'єднання (монтажна) - це схема, що показує з'єднання частин виробу (установки) і визначає трубопроводи, якими здійснюються ці сполучення, а також місця їх приєднання і введення. Деякі умовні графічні позначення для принципових схем наведено в табл.1.

Слід зауважити, що розташування графічних позначень елементів і пристроїв на схемі повинно приблизно відповідати дійсному розміщенню елементів і пристроїв у виробі. На схемі допускається не відображати розташування елементів і пристроїв у виробі, якщо її виконують на декількох аркушах або розміщення елементів і пристроїв на місці експлуатації невідоме.

Біля графічних позначень елементів і пристроїв вказують позиційні позначки, присвоєні їм на принциповій схемі. Біля або всередині графічного позначення пристрою і близько графічного позначення елемента допускається вказувати його найменування та тип і (або) позначення документа, на підставі якого пристрій застосовано, номінальні значення основних параметрів (тиск, подача, витрата і т.п.).

Ці схеми позначаються у шифрі основного напису символами Г4 (П4).

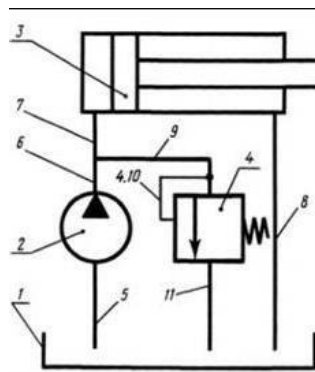


Рис.3 Нумерації ліній зв'язку

Умовні позначення на гідравлічних схемах

При читанні принципів схем користуються умовними графічними позначеннями, наведеними в таблиці у відповідних стандартах.

Умовне позначення	Назва	Умовне позначення	Назва
Лінії зв'язку (трубопроводи)		Регулюючий орган	
	- всмоктування, напору, зливу		- нормально закритий
	- управління		- нормально відкритий
	- дренажні	Клапани	
	З'єднання ліній зв'язку		- запобіжний з власним управлінням (прямої дії)
	Перехрещування лінії зв'язку		- диференційний (що підтримує тиск $p_1 - p_2 = \text{const}$)
	Трубопровід гнучкий	Гідроциліндри двосторонньої дії	
	Підвід рідини		- з одностороннім штоком
	Злив рідини		- з двостороннім штоком
	Гідробак		- з диференційним поршнем
	Фільтр		- плунжерний односторонньої дії
Насоси		Розподілювачі	
	з постійним потоком		- чотирьохлінійний двопозиційний
	- регульовані		- чотирьохлінійний трьох- позиційний
Гідродвигуни		Типи управління розподілювачем	
	- з постійним напрямком потоку		- ручне
	- регульовані		- від кулачка
	Гідроклапан зворотній		- пружиною
	Кран		- від рукоятки з фіксатором
Дроселі			- від електромагніта
	- нерегульований		- гідравлічне
	- регульований		- електрогідравлічне
	Гідропідсилювач		Камера мембранна двосторонньої дії

Разом з тим, на принципових схемах допускається поряд з умовними графічними позначеннями зображати елементи та пристрої у вигляді схематичних розрізів. Такий розріз міститься на схемі, що представлена на рис.4. Також тут наведений приклад принципової схеми, яка виконана відповідно до вищевказаних вимог.

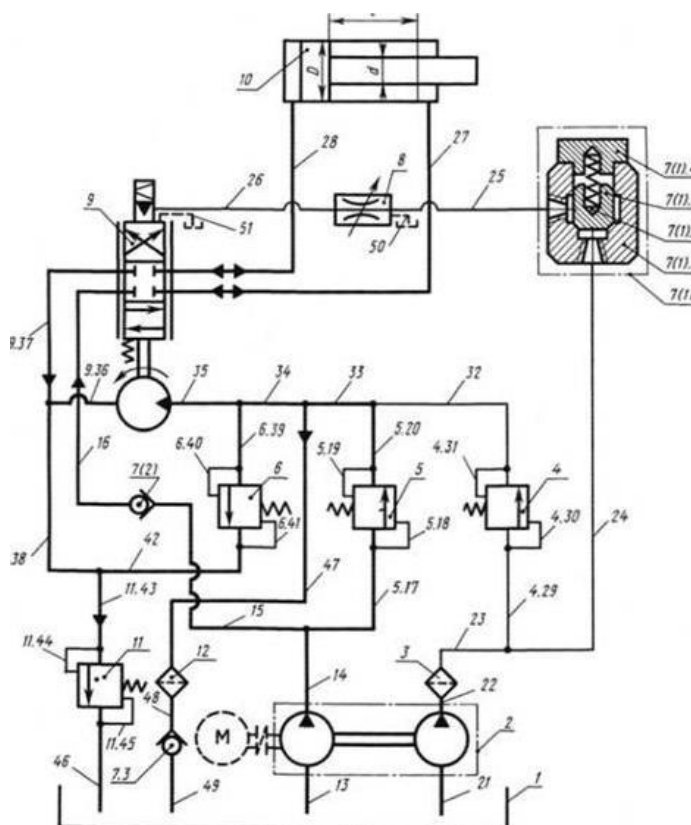


Рис.4

Лекція № 14 Виведення на друк моделей та креслень

Імпорт і експорт графічних документів

Обмін графічними документами між КОМПАС-3D та іншими системами можливий через формати, наведені в таблиці. Числа в колонках "Імпорт" та "Експорт" таблиці означають номер версії формату, причому імпортування можливе як зазначеної, так і всіх попередніх версій формату, а експорт виробляється лише у вказану версію (версії) формату.

Формати обміну графікою

Формат	Імпорт	Експорт
IGES (*.igs)	5.3	5.3
AutoCAD DXF (*.dxf), AutoCAD DWG (*.dwg)	2013	2000, 2004, 2007, 2010, 2013 (версію вибирає користувач при налаштуванні експорту)

Крім того, можливе читання текстових документів форматів txt та rtf. Запис графічних та текстових документів КОМПАС-3D V17 можливий також у:

▼формати попередніх версій КОМПАС-3D: КОМПАС 5.11 R03, КОМПАС-3D V15.1 та КОМПАС-3D V16.1,

▼растрові формати (GIF, JPEG та ін.),

▼Формат Enhanced Metafile (*.emf),

▼Portable Document Format (*.pdf)

▼Формат txt (тільки для текстових документів).

В результаті експорту формується документ вибраного формату, що зберігає візуальну ідентичність вихідного. Однак структура та внутрішні зв'язки об'єктів документа системи КОМПАС-3D та аналогічних об'єктів у новому форматі можуть відрізнятися. Як приклад таких об'єктів можна навести елементи оформлення креслення: розміри, лінії-виноски тощо. У разі редагування отриманого документа зовнішній вигляд подібних об'єктів може змінитися таким чином, що вони втратять ідентичність об'єктів вихідного документа. Аналогічні зміни об'єктів можуть відбутися при багаторазовому конвертуванні документа із формату системи КОМПАС в інший формат та назад.

Імпорт

Щоб прочитати документ будь-якого з імпортованих форматів, виконайте такі дії.

1. Викличте команду *Файл — Открыть...*
2. У списку *Тип файлов:* діалогу, що з'явився, виберіть потрібний формат і вкажіть ім'я файлу.
3. Натисніть кнопку *Открыть*. Вибраний документ буде імпортовано до КОМПАС-3D і завантажено для редагування.

Імпорт графічних документів із файлів деяких форматів має особливості.

При імпорті документа з файлу формату DXF або DWG після вибору зі списку *Тип файлов:* рядки AutoCAD DXF (*.dxf) або AutoCAD DWG (*.dwg) у діалозі відкриття файлу з'являються такі елементи керування.

▼Опції *Читать в графический документ* і *Читать в модель*, що дозволяють вказати тип документа, що відкривається. Щоб прочитати креслення, записані у файлі формату DXF або DWG, увімкніть опцію *Читать в графический документ*.

▼Стрілка в правій частині кнопки *Открыть*, яка дозволяє розгорнути меню цієї кнопки, що складається з команд *Открыть* та *Открыть с параметрами...* Щоб викликати діалог налаштування імпорту, виберіть команду *Открыть с параметрами...* Задавши параметри імпорту, натисніть у діалоговому вікні кнопку *Начать чтение*.

▼Стрелка в правой части кнопки Открыть, которая позволяет развернуть меню этой кнопки, состоящее из команд Открыть и Открыть с параметрами... Чтобы вызвать диалог настройки импорта, выберите команду Открыть с параметрами... Задав параметры импорта, нажмите в настроенном диалоге кнопку Начать чтение.

Експорт

Щоб записувати КОМПАС-документ в інший формат, виконайте такі дії.

1. Викличте команду *Файл — Сохранить как...*

Після виклику команди на екрані з'явиться діалог запису файлу. Залежно від типу поточного документа, список *Тип файла* цього діалогу містить різні назви форматів, доступних для запису.

2. Виберіть потрібний формат та натисніть кнопку *Сохранить*.

При виборі у списку *Тип файла*: рядки AutoCAD DXF (*.dxf) та AutoCAD DWG (*.dwg) у діалозі з'являється кнопка *Параметры*. Вона викликає діалог настроювання запису документа у вибраний формат. Завершивши налаштування, закрийте діалог кнопкою *OK*, а потім натисніть кнопку *Сохранить* діалога збереження файлів. Документ буде записаний у файл вибраного формату.

Документ, збережений в іншому форматі, доцільно використовувати для перегляду та виведення на друк. В результаті експорту формується документ вибраного формату, що зберігає візуальну ідентичність вихідного. Однак структура та внутрішні зв'язки об'єктів документа системи КОМПАС-3D та аналогічних об'єктів у новому форматі можуть відрізнятися. Як приклад таких об'єктів можна навести елементи оформлення креслення AutoCad. У разі редагування отриманого документа зовнішній вигляд подібних об'єктів може змінитися таким чином, що вони втратять ідентичність об'єктів вихідного документа.

Імпорт та експорт моделей

Обмін тривимірними моделями між КОМПАС-3D та іншими системами можливий через формати, представлені в таблиці. Числа в стовпчиках «Імпорт» та «Експорт» таблиці означають номер версії формату, причому імпорт можливий як зазначеної, так і всіх попередніх версій формату, а експорт виробляється лише у зазначену версію формату.

Формати обміну тривимірними моделями

Формат	Імпорт	Експорт
IGES (*.igs)	5.3	5.3
ACIS (*.sat)	22.0	2.0
Parasolid (*.x_t, *.x_b, *.xmt_txt, *.xmt_bin, *.xmp_txt, *.xmp_bin)	27.0	27.0 (експорт можливий у файли типу *.x_t и *.x_b)
STEP (*.stp, *.step)	AP203, AP214, AP424	AP203, AP214, AP242
STL (*.stl)	формат не має версійності	формат не має версійності
JT (*.jt)	9.5	9.5
AutoCAD DXF (*.dxf), AutoCAD DWG (*.dwg)	2007	експорт не проводиться

Запис моделей КОМПАС-3D V17 можливий також у:

▼формати попередніх версій КОМПАС-3D: КОМПАС 5.11 R03, КОМПАС-3D V15.1 та КОМПАС-3D V16.1,

▼растрові формати (GIF, JPEG, Enhanced Windows Metafile та ін.),

▼формат для перегляду VRML (*.wrl); версія формату - 2.0,

▼формат математичного ядра C3D (*.c3d), ▼

Portable Document Format (*.pdf).

Імпорт

Для чтения документа какого-либо из импортируемых форматов выполните следующие действия.

1. Викличте команду *Файл — Открыть...*
2. У списку *Тип файлов:* діалогу, що з'явився, виберіть потрібний формат і вкажіть ім'я файлу.
3. Якщо вибрано формат DXF або DWG, то у правій частині діалогу з'являються опції *Читать в графический документ* та *Читать в модель*. Вони дозволяють вказати тип документа, що відкривається. Для читання моделі увімкніть опцію *Читать в модель*.
4. Для деяких форматів у правій частині кнопки *Открыть* з'являється стрілка, яка дозволяє розгорнути меню цієї кнопки. Це меню складається з команд *Открыть* та *Открыть с параметрами...*

▼Команда *Открыть* дозволяє імпортувати модель без зміни параметрів імпорту (виклик цієї команди рівносильний натисканню кнопки *Открыть*).

▼Команда *Открыть с параметрами...* дозволяє налаштувати параметри імпорту моделі. Після виклику цієї команди на екрані з'являється діалог налаштування параметрів імпорту. Виконайте необхідні налаштування та натисніть кнопку *ОК* діалогу або кнопку *Начать чтение* (для формату DXF або DWG).

Вибраний документ буде імпортовано до КОМПАС-3D і завантажено для редагування.

Результатом імпорту деталі є один файл – деталь КОМПАС-3D, яка відображається у поточному вікні.

Результатом імпорту збірки є кілька файлів:

▼Основна збірка;

▼компоненти основної збірки: підзбірки та деталі.

Експорт

Для записи КОМПАС-модели в другой формат выполните следующие действия.

1. Викличте команду *Файл — Сохранить как....*

Після виклику команди на екрані з'явиться діалог запису файлу. Залежно від типу поточного документа, список *Тип файлов:* цей діалог містить різні назви форматів, доступних для запису.

2. Виберіть потрібний формат та натисніть кнопку *Сохранить*.

Експорт моделі у формати IGES, STEP AP203/STEP AP214/STEP AP242, JT, STL та VRML має таку особливість.

Після вибору зі списку *Тип файла* рядка з будь-яким із цих форматів у правій частині кнопки *Сохранить* з'являється стрілка, яка дозволяє розгорнути меню цієї кнопки. Це меню складається з команд *Сохранить* та *Сохранить с параметрами....* Щоб експортувати модель без додаткового налаштування експорту, виберіть команду *Сохранить*. Модель буде експортовано до вибраного формату із стандартними параметрами експорту.

Команда *Сохранить с параметрами...* дозволяє налаштувати параметри експорту моделі. Після виклику цієї команди на екрані з'являється діалогове вікно налаштування параметрів експорту. Виконавши необхідні налаштування, натисніть кнопку *Экспортировать*.

Приховані тіла та компоненти у формат STL не записуються, у формат STEP і JT записуються чи ні залежно від настройки, інші формати записуються, причому як видимі, тобто. ознака «приховати» не передається.

Виключені з розрахунку тіла та компоненти не записуються в цільовий формат, тобто вважаються видаленими з моделі.

Тип результуючих об'єктів

▼Тіла, поверхні та точки передаються без зміни типу об'єкта.

▼Криві передаються таким чином:

▼Відрізки, дуги, ламані та сплайни передаються без зміни типу об'єкта,

▼криві за законом, ізопараметричні криві, спіралі (циліндричні та конічні), криві округлення та з'єднання кривих перетворюються на сплайни,

▼еквідистанти перетворюються на криві, аналогічні базовим, наприклад, якщо базовою кривою є відрізок, то еквідистанта перетворюється на відрізок, якщо дуга — на дугу, якщо криволінійний сегмент кривої — на сплайн.

▼Розміри передаються у вигляді набору просторових кривих та текстів.

Інші

особливості

▼ ParaSolid

ХТ

При експорті файлів використовується стандартний файл-схема (schema file) №10004.

▼ParaSolid

У підсумковий файл записуються лише тіла, що є у моделі КОМПАС-3D.

▼STEP

У підсумковий файл записується така інформація:

▼позначення та найменування виробу та його складових частин,

▼опис виробу (коментар, який задається у діалозі інформації про документ),

▼автор.

Збереження у растровий формат та PDF

Щоб записати документ у растровий файл або PDF, виконайте такі дії.

1. Викличте команду *Файл — Сохранить как...*
2. У діалозі задайте тип і ім'я файлу. Щоб зберегти документ, натисніть кнопку *Сохранить*.

Параметри запису можна налаштувати у спеціальному діалозі.

Після запису документа в растровий формат діалог налаштування параметрів запису автоматично з'являється на екрані після натискання кнопки *Сохранить* у діалозі вибору файлу. Під час запису документа у формат PDF діалог викликається натисканням кнопки Параметри у діалозі вибору файлу.

Набори елементів керування настроювальних діалогів різняться залежно від типу документа, що зберігається. Виконайте в діалозі необхідне налаштування та натисніть кнопку ОК.

Особливості запису документів у растровий формат та PDF.

1. Збереження в растровий формат і PDF підпорядковується налаштуванню фільтрів виведення на друк, тобто отримане растрове зображення міститиме лише об'єкти вихідного документа, друк яких увімкнено.
2. Під час експорту документа до PDF-файлу передаються значення властивостей Позначення, Найменування, Матеріал, Маса, Автор.
3. При експорті моделі у формат PDF передаються тіла та поверхні.

Чертеж, фрагмент, модель

На рис. 1 представлені діалоги налаштування параметрів запису креслення, фрагмента або моделі в растровий формат та PDF (для графічних документів).

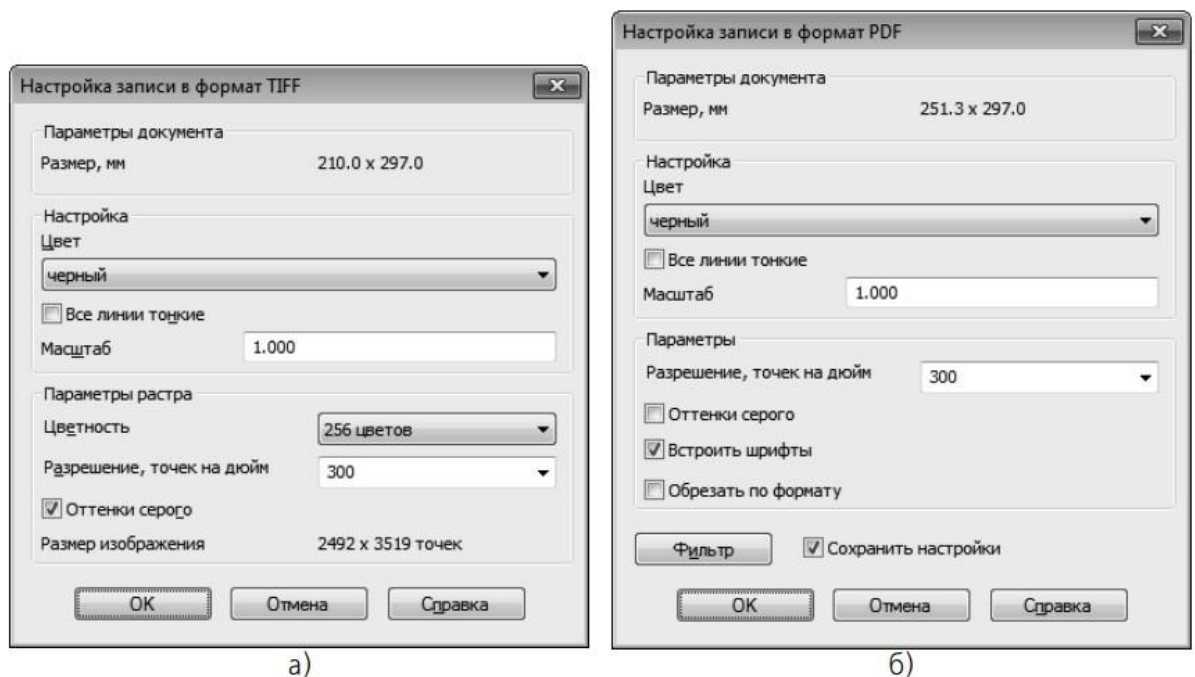


Рисунок 1 – Діалог налаштування запису креслення або фрагмента:

а) у растровий формат; б) у формат PDF

На рис.2 наведено діалог налаштування параметрів запису моделі у формат PDF.

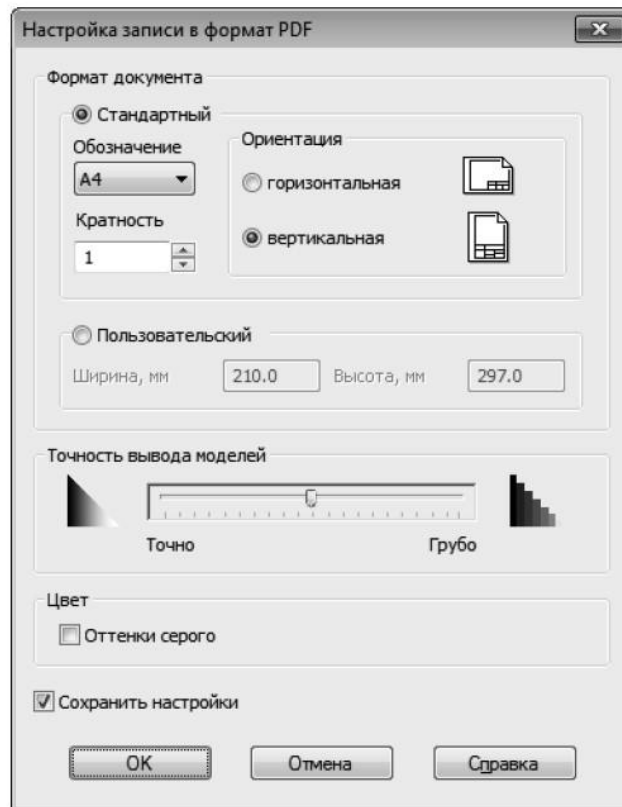


Рисунок 2 – Діалог налаштування параметрів запису моделі у формат PDF

Якщо в збірці задані параметри рознесення компонентів, вони передаються у формат PDF. Під час перегляду такого файлу в Adobe Reader керування рознесенням здійснюється за допомогою елемента для перегляду анімації на панелі інструментів 3D.

Багатолисто́ве креслення

Діалоги налаштування параметрів запису багатолистового креслення в растровий файл і PDF наведені на рис. 3. Основна відмінність цих діалогів від діалогів налаштування запису креслення - наявність групи *Диапазон*.

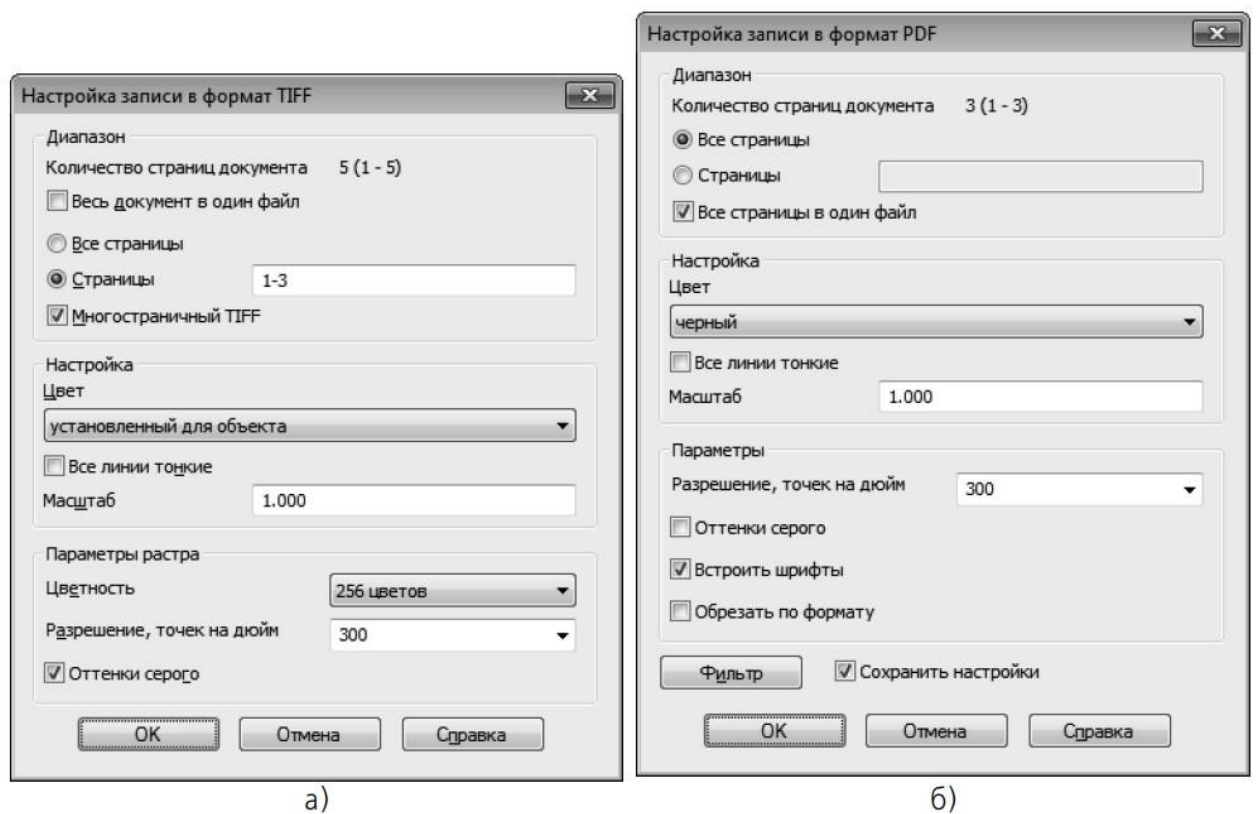


Рисунок 3 – Діалог налаштування запису багатолістового креслення:

а) у растровий формат; б) у формат PDF

Текстовий документ, специфікація

Діалоги налаштування параметрів запису текстових документів та специфікацій у растровий формат та формат PDF наведено на рис. 4. Основна відмінність цих діалогів від діалогів налаштування запису креслення - наявність групи *Диапазон*.

Зверніть увагу на те, що при збереженні у всі растрові формати, крім формату TIFF, для кожного аркуша документа формується окремий растровий файл. Спосіб збереження у формат TIFF визначається станом опції

Многостраничный TIFF у групі Діапазон

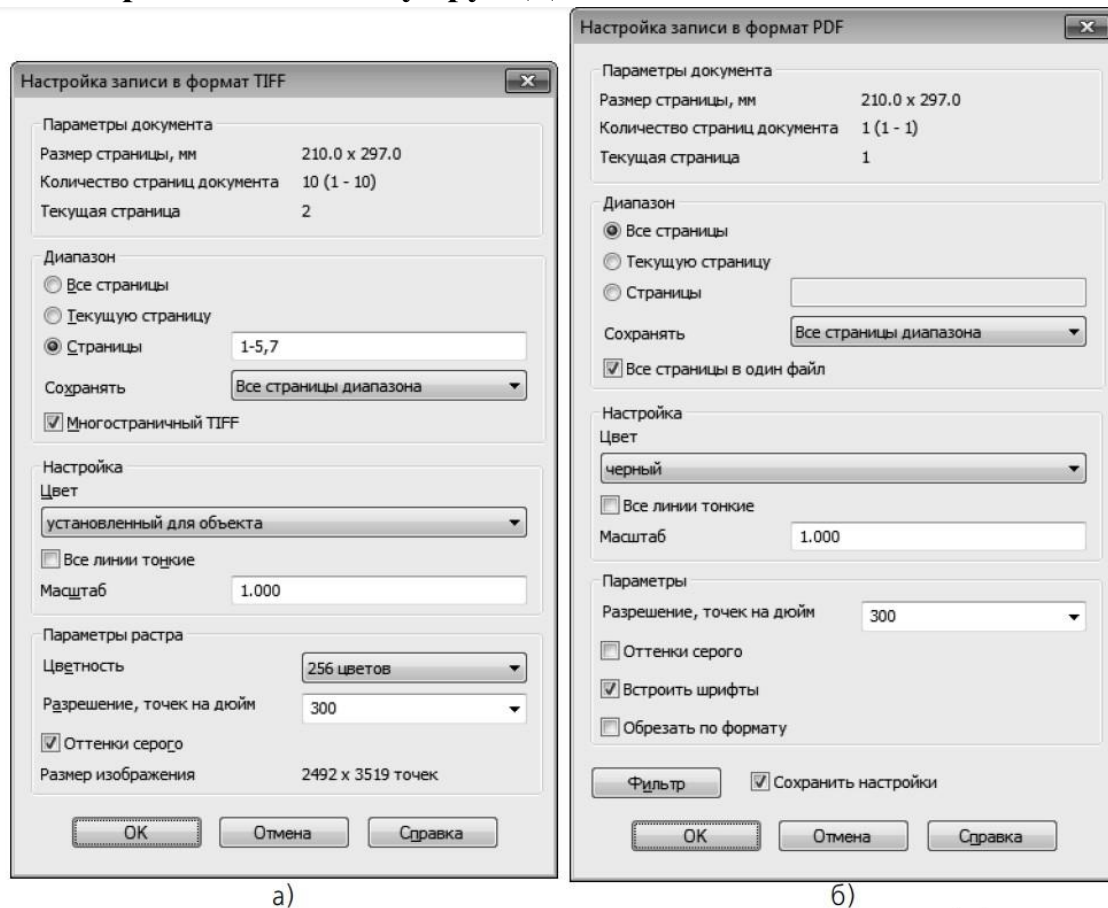


Рисунок 4 – Діалог налаштування запису текстових документів та специфікацій: а) у растровий формат; б) у формат PDF

Лекція № 15 Система проектування тіл обертання Компас-Shaft

1 Знайомство з КОМПАС-SHAFT 2D та КОМПАС-SHAFT 3D.

КОМПАС-SHAFT 3D - найпотужніший допоміжний модуль, наданий компанією «АСКОН» для роботи з тривимірними моделями тіл обертання і механічних передач.

Дозволяє також виконувати геометричні розрахунки і розрахунки на міцність циліндричних, конічних зубчастих, ланцюгових, черв'ячних і пасових передач, проектний і перевірочний розрахунок циліндричних гвинтових пружин стиску і розтягування, тарілчастих, конічних і фасонних пружин.

КОМПАС-Shaft 2D - це не просто бібліотека, а інтегрована система проектування тіл обертання. З її допомогою легко можна створювати параметричні моделі валів і втулок, будувати на їх поверхнях шліцові, шпонкові і різьбові долі, канавки, кільцеві пази і т.д. Кількість ступенів моделі може бути будь-яким, а форми - різними: циліндр, конус, шестигранник, квадрат, сфера. Крім простих ступенів, модель може містити елементи

механічних передач: циліндричні шестерні із зовнішніми і внутрішніми зубами, конічні шестерні з прямими і з круговими зубами, елементи черв'ячних, ланцюгових, клинопасових і зубчато-пасових передач.

Процес створення моделі в КОМПАС-Shaft 2D настільки простий, що не вимагає вивчення спеціальної літератури. Потрібно тільки дотримуватися рекомендацій творців цієї бібліотеки і вводити параметри ступенів у відповідних діалогах (рис. 1). При цьому не знадобляться ні ГОСТи, ні довідники, оскільки бібліотека містить велику кількість інформаційних таблиць з стандартизованими значеннями вводяться величин.

Вся структура моделі представляється у вигляді дерева ступенів і елементів, кожен з яких можна відредагувати.

Звичайно, вали і втулки можна проектувати і без допомоги КОМПАСShaft 2D, а передачі розраховувати на калькуляторі і малювати по одному зубу. Але це, по-перше, не дуже зручно, по-друге, не дуже швидко, а по-третє (і це найголовніше), в КОМПАС-Shaft 2D можна створити параметричну модель, дані про яку зберігаються в бібліотеці. Це означає, що для модифікації раніше спроектованої конструкції потрібно лише скорегувати в стандартних діалогах деякі параметри - і перестроювання відбудеться автоматично, а визначення змінених міцності властивостей зведеться до запуску розрахункового модуля. В результаті стане можливим створювати цілий модельний ряд на основі одного прототипу, а також, виходячи з критеріїв міцності і довговічності, знаходити оптимальні матеріали і пропорції конструкції, розглядаючи і розраховуючи безліч різних варіантів.

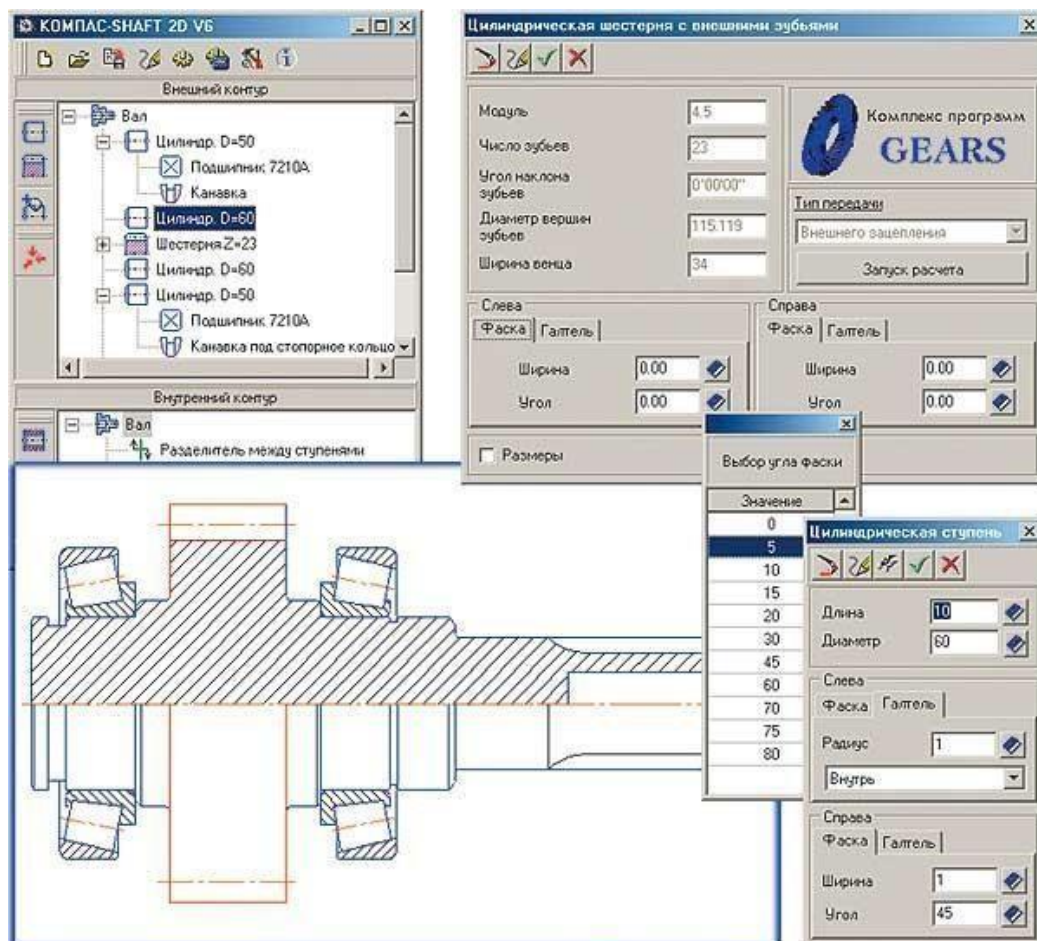


Рисунок 1 – Діалоги бібліотеки КОМПАС-Shaft 2D

За командою користувача бібліотека автоматично перетворює модель КОМПАС-Shaft 2D в кресленик, на якому, крім фронтального виду конструкції, можуть перебувати види моделі зліва і справа, а також перетину, виносні елементи, основні розміри і т.п. Користувачеві залишиться лише остаточно оформити креслення. Фронтальний вид моделі залишається об'єктом бібліотеки. Якщо виникне необхідність подивитися або змінити параметри ступенів, то можна викликати КОМПАС-Shaft 2D подвійним клацанням миші по цьому виду (рис. 2).

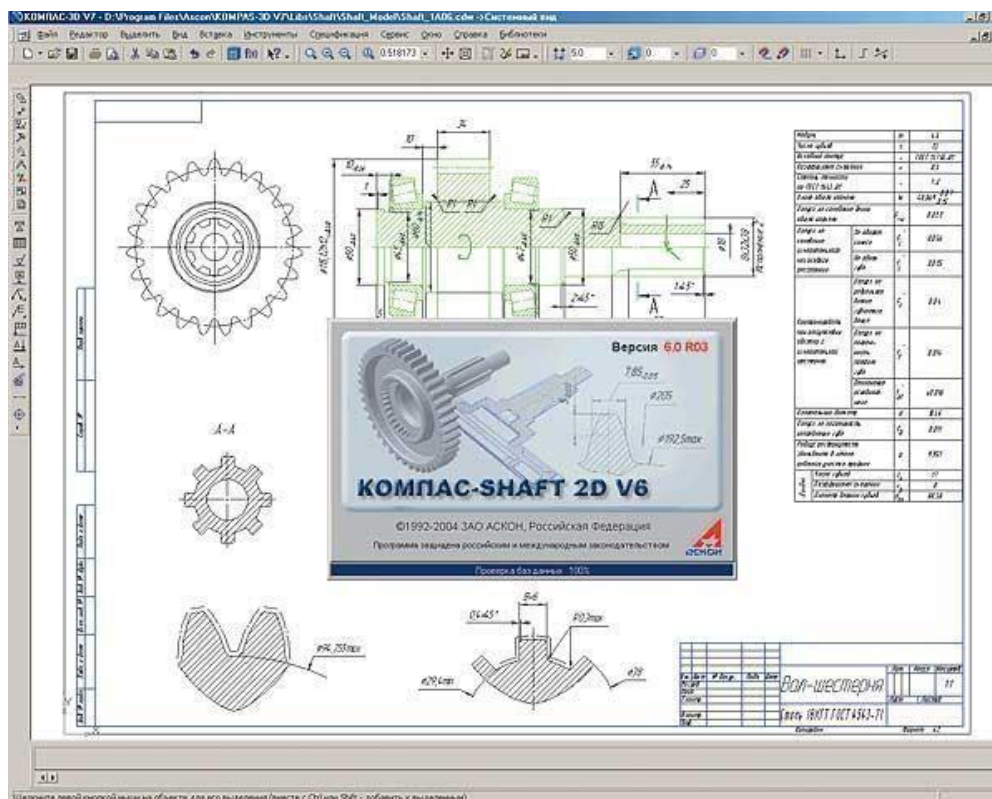


Рисунок 2 – Перетворення моделі КОМПАС-Shaft 2D в кресленик

При роботі з КОМПАС-3D плоска модель КОМПАС-Shaft 2D може стати прообразом твердотільної моделі, яку можна згенерувати натисненням однієї кнопки на панелі інструментів головного вікна бібліотеки. При цьому в дереві побудови моделі КОМПАС-3D будуть присутні ті ж елементи, що і в дереві ступенів і елементів моделі КОМПАС-Shaft 2D (рис. 3).

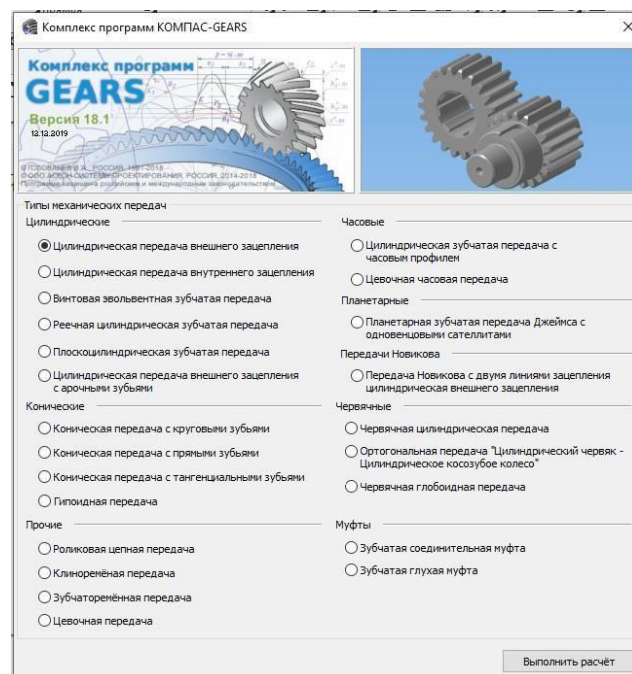
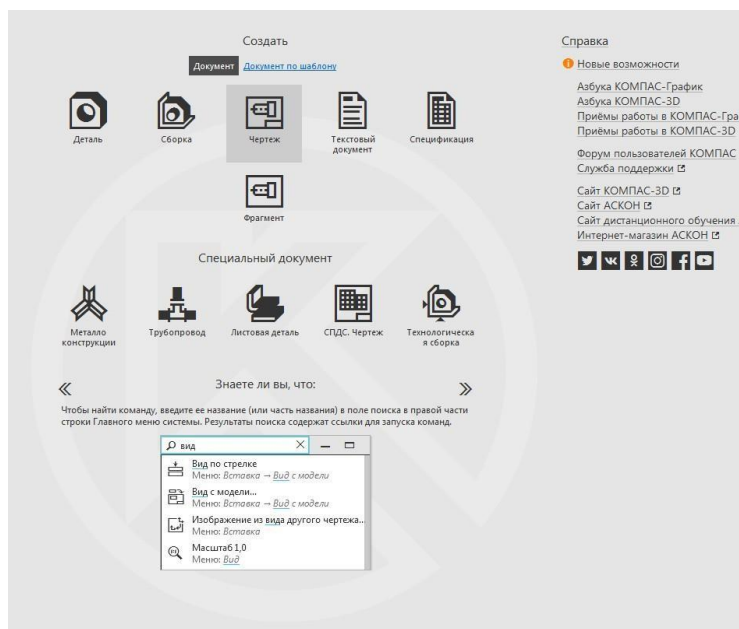


Рисунок 4 – Створення кресленника та початок роботи в КОМПАС-

GEARS

2. Знайомство з інтерфейсом розрахунково-інформаційної системи електронного „Довідника конструктора“.

Інтерфейс „Електронного довідника конструктора“ наведено на рисунку 5.

Для зручності ознайомлення з інтерфейсом його розбито на окремі елементи, що відмічені римськими цифрами I...VIII.

На рисунках 6...13 наведені ці елементи інтерфейсу „Електронного довідника конструктора“ у збільшеному вигляді.

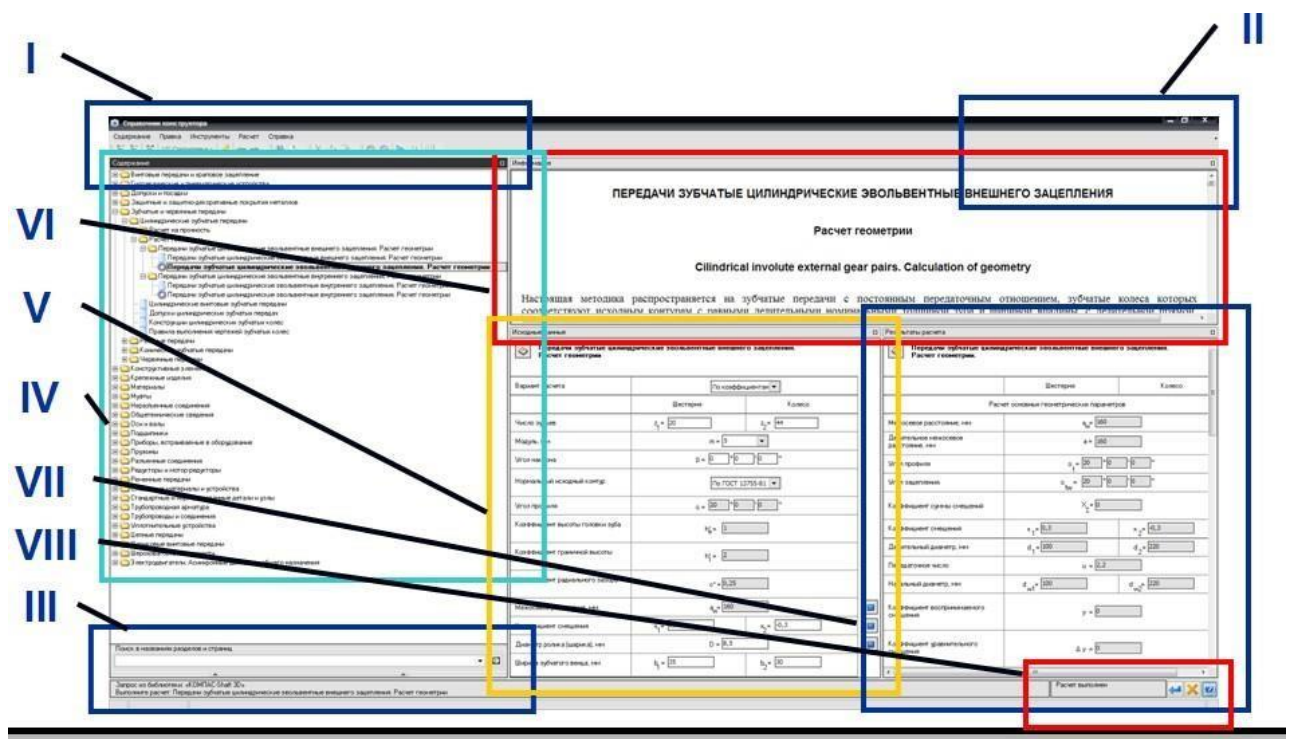


Рисунок 5 – Интерфейс „Електронного довідника конструктора“



Рисунок 6 – Элемент I

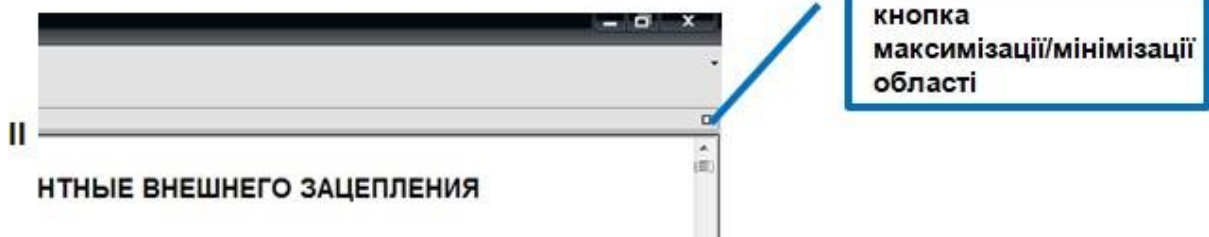


Рисунок 7 – Элемент II

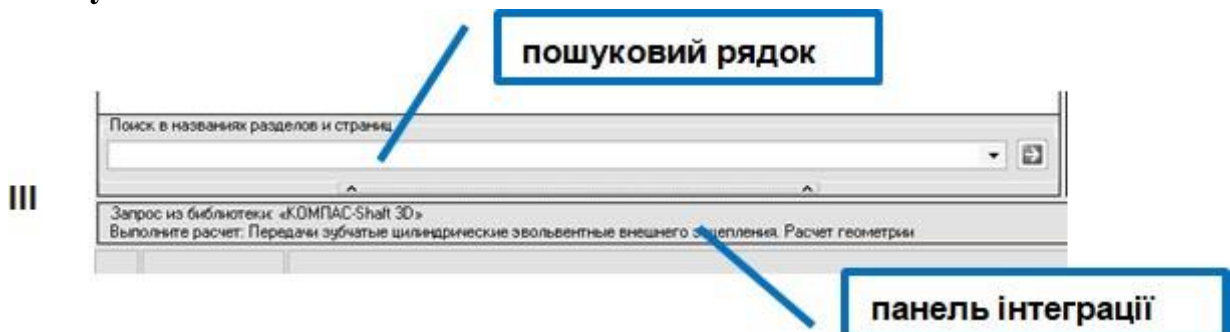


Рисунок 8 – Элемент III

IV

Содержание
- Винтовые передачи и храповое зацепление - Гидравлические и пневматические устройства - Допуски и посадки - Защитные и защитно-декоративные покрытия металлов - Зубчатые и червячные передачи - Цилиндрические зубчатые передачи - Расчет на прочность - Расчет геометрии - Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии - Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внутреннего зацепления. Расчет геометрии - Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внутреннего зацепления. Расчет геометрии - Цилиндрические винтовые зубчатые передачи - Допуски цилиндрических зубчатых передач - Конструкция цилиндрических зубчатых колес - Правила выполнения чертежей зубчатых колес - Реечные передачи - Косозубые зубчатые передачи - Червячные передачи - Конструктивные элементы - Крепежные изделия - Материалы - Муфты - Неразъемные соединения - Общетехнические сведения - Оси и валы - Подшипники - Приборы, встраиваемые в оборудование - Пружины - Разъемные соединения - Редукторы и мотор-редукторы - Ременные передачи - Смазочные материалы и устройства - Стандартные и нормализованные детали и узлы - Трубопроводная арматура - Трубопроводы и соединения - Уплотнительные устройства - Цепные передачи - Шариковые винтовые передачи - Шероховатость поверхностей - Электродвигатели. Асинхронные двигатели общего назначения

Рисунок 9 – Элемент IV

V

Настоящая методика распространяется на зубчатые передачи с постоянными параметрами, соответствующими исходным контурам с равными делительными номинальными диаметрами.

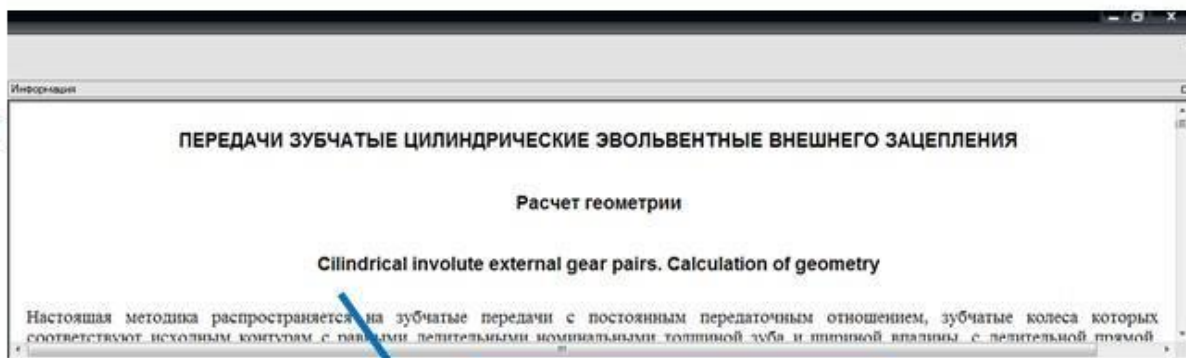
Исходные данные

Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии

Вариант расчета	По коэффициентам	
	Шестерня	Колесо
Число зубьев	$z_1 = 20$	$z_2 = 44$
Модуль, мм	$m = 5$	
Угол наклона	$\beta = 0^\circ 0' 0''$	
Нормальный исходный контур	По ГОСТ 13755-81	
Угол профиля	$\alpha = 20^\circ 0' 0''$	
Коэффициент высоты головки зуба	$h_a^* = 1$	
Коэффициент граничной высоты	$h_f^* = 2$	
Коэффициент радиального зазора	$c^* = 0,25$	
Межосевое расстояние, мм	$a_w = 160$	
Коэффициент смещения	$x_1 = 0,3$	$x_2 = -0,3$
Диаметр ролика (шарика), мм	$D = 0,5$	
Ширина зубчатого венца, мм	$b_1 = 35$	$b_2 = 30$

Рисунок 10 – Элемент V

VI



область інформації

Рисунок 11 – Элемент VI

VIII



Рисунок 12 – Элемент VIII

VII

область результатів розрахунків

Результаты расчета		
Передаточные цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии.		
	Шестерня	Колесо
Расчет основных геометрических параметров		
Межосевое расстояние, мм	$a_w = 160$	
Делительное межосевое расстояние, мм	$a = 160$	
Угол профиля	$\alpha_t = 20^\circ 0' 0''$	
Угол зацепления	$\alpha_{tw} = 20^\circ 0' 0''$	
Коэффициент суммарный смещения	$x_{\Sigma} = 0$	
Коэффициент смещения	$x_1 = 0,3$	$x_2 = -0,3$
Делительный диаметр, мм	$d_1 = 100$	$d_2 = 220$
Передаточное число	$u = 2,2$	
Начальный диаметр, мм	$d_{w1} = 100$	$d_{w2} = 220$
Коэффициент воспринимаемого смещения	$y = 0$	
Коэффициент уравнительного смещения	$\Delta y = 0$	

Рисунок 13 – Элемент VII

3. Конструктивні елементи деталей

Для початку слід створити документ КОМПАС-Деталь, після чого можна перейти до побудови.

Команда бібліотеки Внешняя цилиндрическая ступень. Користуючись цією ж командою, додайте ще по дві зовнішні циліндричні ступені з кожної сторони від уже створеної, вибираючи в якості опорної для кожної нової ступені верхню плоску грань попередньої.

Активізуйте панель інструментів Редактирование детали і за допомогою команди Фаска побудуйте дві фаски $2,5 \times 45^\circ$ на плоских гранях крайніх ступенів вала.

В арсеналі системи КОМПАС є ще одна цікава бібліотека, істотно спрощує побудову різних конструктивних елементів на валах. Ця бібліотека розміщена в розділі Машинобудування менеджера бібліотек і називається Библиотека канавок для КОМПАС-3D.

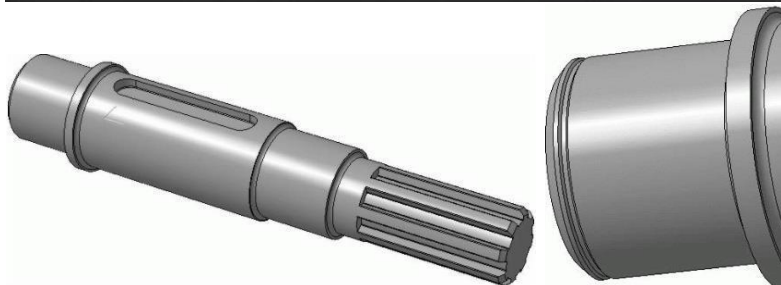
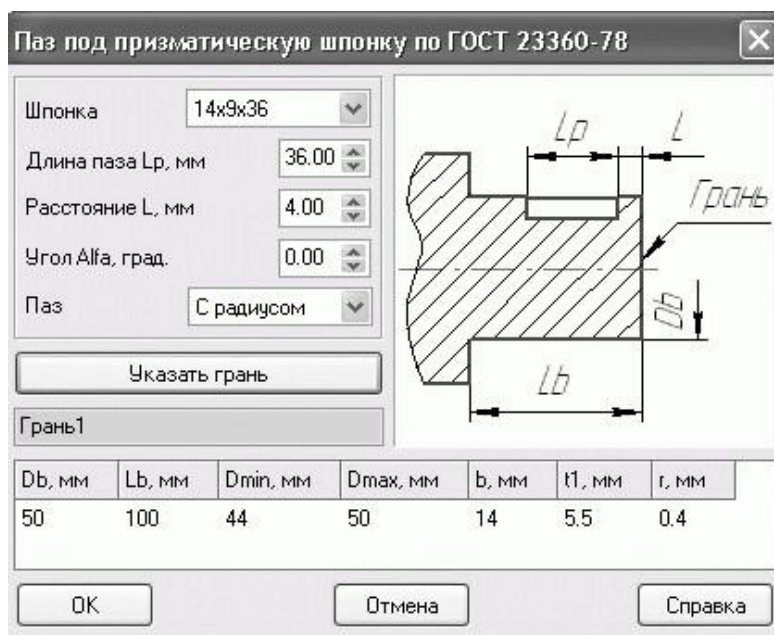


Рисунок 14 – Елементи вала, побудовані за допомогою бібліотеки КОМПАС-3D

4. Отримання робочого креслення деталі

Для створення на екрані нового аркуша кресленика потрібно клацнути по кнопці "Створити документ", відкриється вікно "Новий документ", у якому необхідно клацнути по кнопці "Чертеж" (рис. 4). Інтерфейс „КОМПАС – 2D“ представлено на рис. 15.

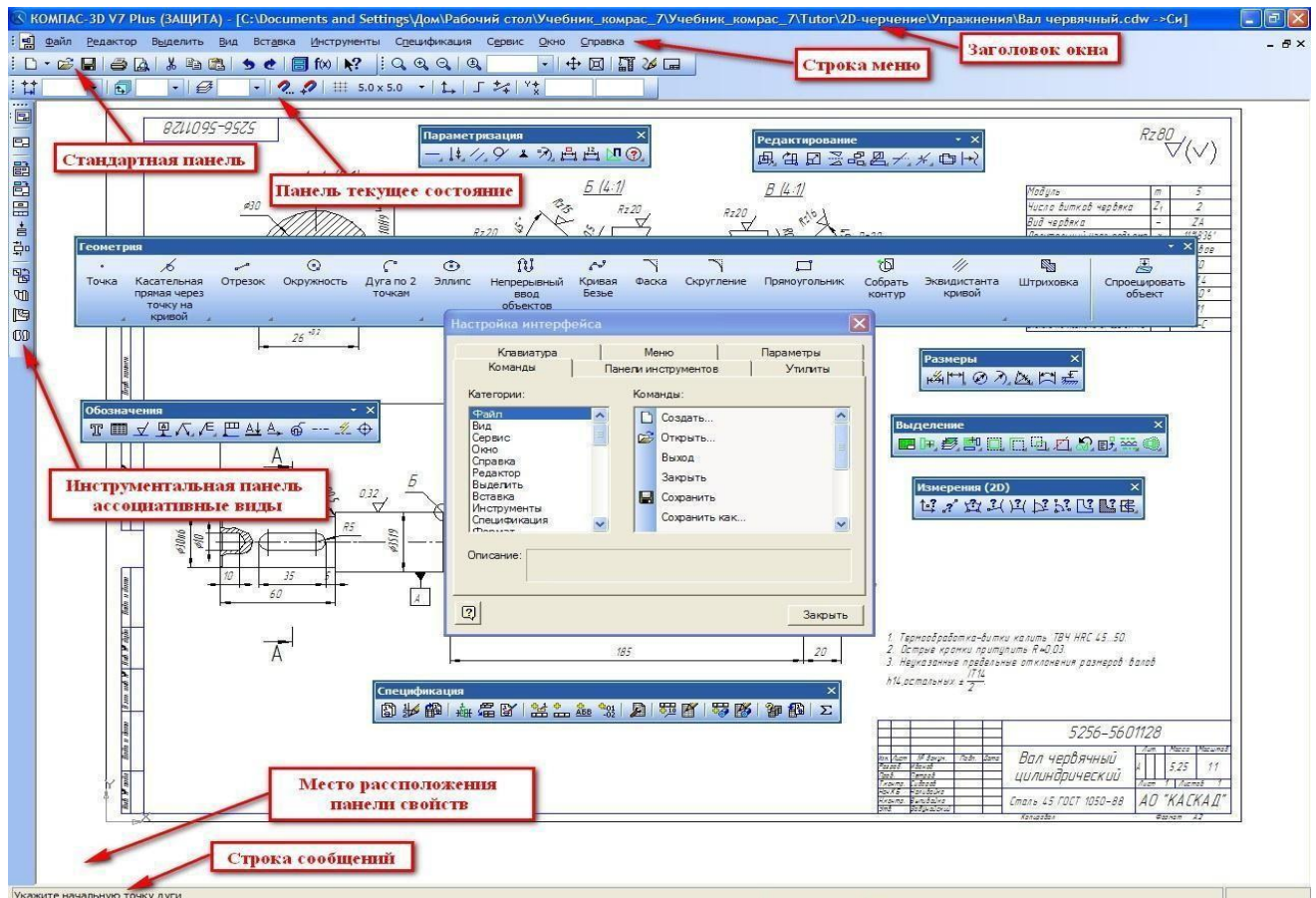


Рисунок 15 – Интерфейс „КОМПАС – 2D“

Розрахунок и проектування механічної передачі (наприклад, ланцюгової) починається з роботи в КОМПАС- GEARS (рис. 16).

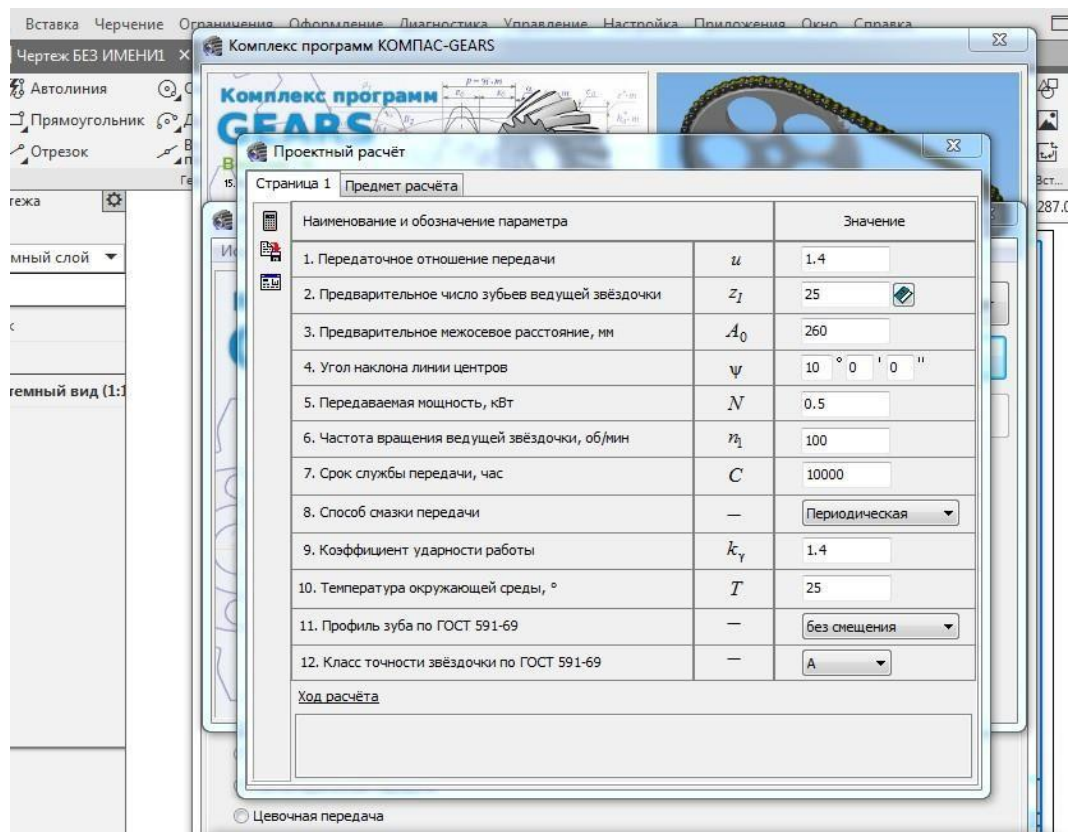


Рисунок 16 – Розрахунок ланцюгової передачі

Після розрахунку ланцюгової передачі і вибору оптимального рішення отримуємо робочий кресленик та твердотільну модель зірочки (рис. 17).

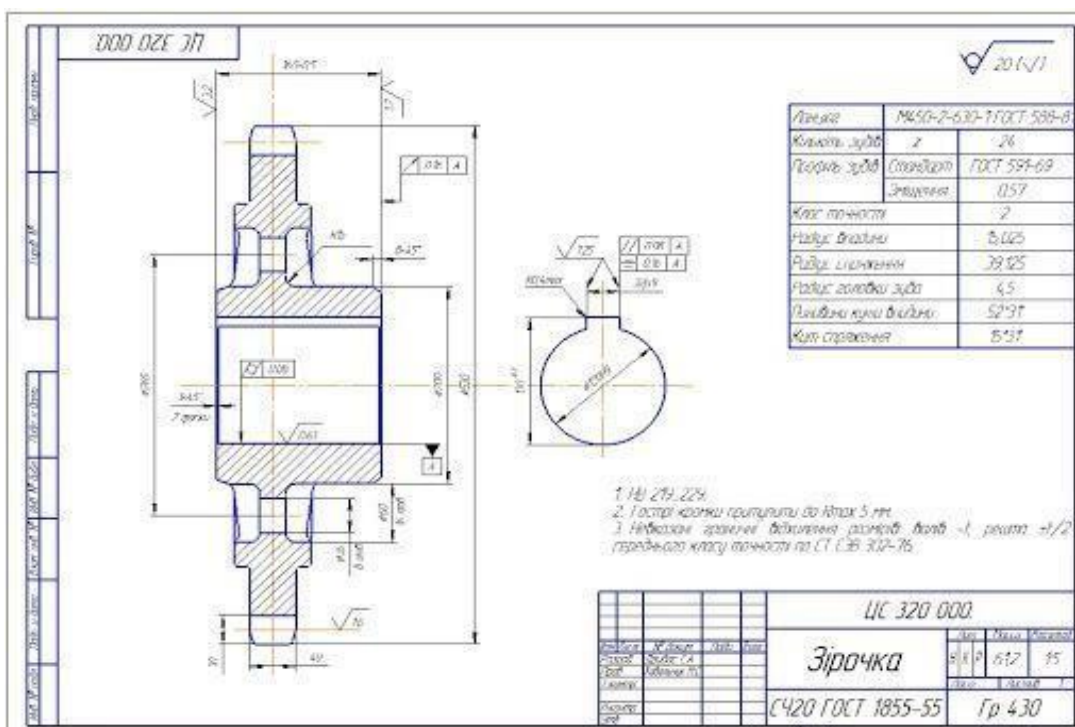


Рисунок 17 – Робочий кресленик та твердотільна модель зірочки

Кресленик вала можна отримати різними способами – «від креслення до моделі» або «від моделі до креслення». Після побудови вала завершується кресленик (проставляються всі розміри, заповнюється основний напис тощо).

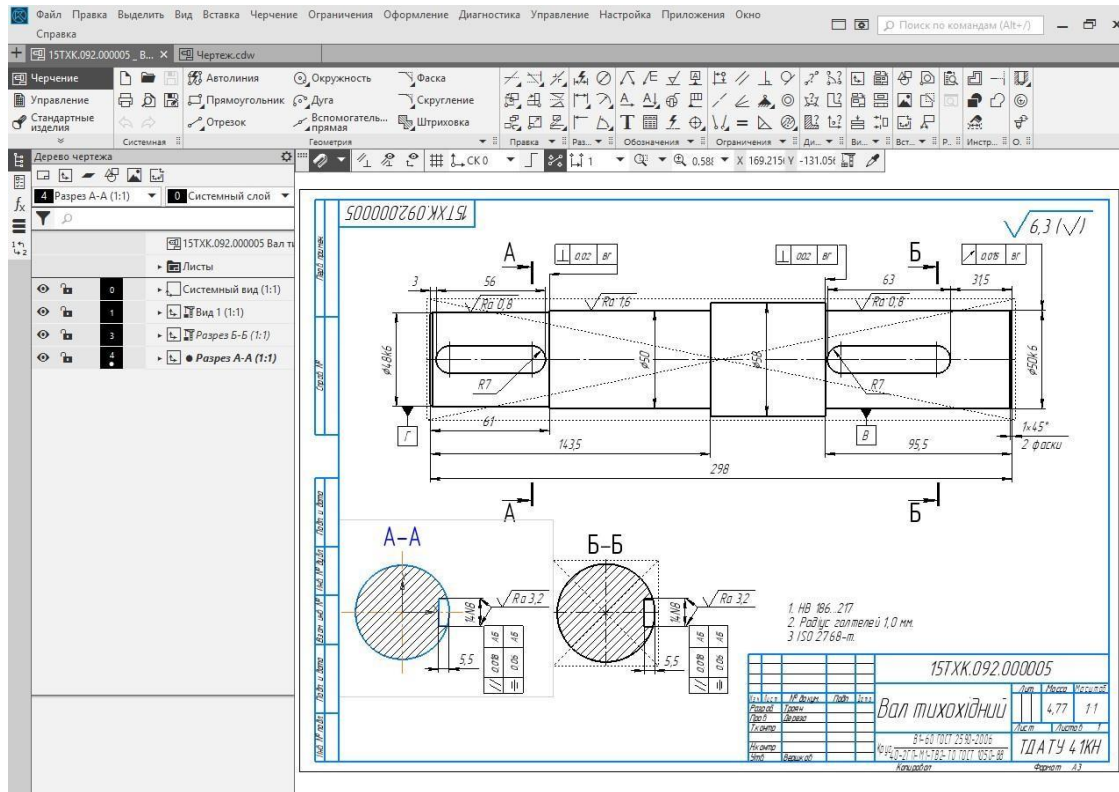


Рисунок 18 – Робочий кресленик вала в КОМПАС 18

Лекція № 16 Середовище SOLIDWORKS

План лекції.

Основні принципи побудови ескізів.

Створення простого ескизу.

Використання дзеркального відбиття об'єктів.

Створення складного ескизу.

Додавання округлень і фасок.

Використання команд побудови масивів.

Використання сплайнів в ескизах. Тривимірні ескизи.

Ескизи є основою для створення тривимірних твердотільних моделей деталей. Тому створення будь-якої деталі в SolidWorks, якою б простою або складною вона не була, починається з малювання ескизу. Ескіз може бути двовимірним або тривимірним.

Звичайно використовується двовимірний ескіз (плоский), приблизно такий, як це роблять люди на аркуші паперу. В SolidWorks такі ескизи рисуються на площині. За замовчуванням

при створенні нової деталі подається три взаємно ортогональні площини, що проходять через початок координат (рис. 1). Далі можна додавати будь-яку кількість площин, що мають необхідну орієнтацію в просторі.

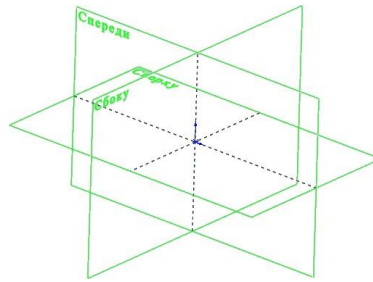


Рисунок 1 - Видові площині SolidWorks

Але в деяких випадках зручно використовувати тривимірний ескіз, коли необхідно побудувати довгомірну деталь, наприклад, трубу, що міняє свій напрямок у просторі, або зварену конструкцію, що складається із профілів певного перетину. Усі ескізи, як двовимірні, так і тривимірні, будуються на трьох взаємно ортогональних площинах "Спереди, Сверху и Сбоку" (рис.1).

Первісний вибір тієї або іншої площини не має істотного значення. Звичайно процес малювання ескізу починається з передньої площини. Крім того, можна створювати свої власні площини (навіть не ортогональні) і побудову ескізу починати з них. У кожному ескізі є своя вихідна точка, тому в деталі звичайно буває кілька вихідних точок. Коли відкритий ескіз, не можна відключати відображення його вихідної точки.

Вихідна точка відображається червоним кольором  у відкритому ескізі й допомагає визначити координати точок ескізу. Малювання будь-якого ескізу рекомендується починати із цієї точки, тоді елементи ескізу автоматично здійснюють прив'язку до неї й не потрібно додаткових взаємозв'язків для повного визначення ескізів. Для орієнтації площини ескізу в просторі на екрані в графічній області завжди є присутнім значок тріади



- "**Система координат**". Система координат з'являється в документах деталей і складань, щоб допомогти орієнтуватися в просторі при перегляді моделей. Система координат служить тільки для довідки. Її не можна вибрати або використовувати в якості точки формування. Систему координат можна сховати або вказати для неї кольори. При обертанні площини з ескізом тріада також обертається й показує поточне просторове положення площини ескізу.

При побудові ескізу необхідно стежити, щоб він мав замкнений контур. SolidWorks допускає в одному ескізі наявність декількох замкнених контурів, при цьому формується багатотільна деталь. У цьому випадку при витягуванні ескізу програма попросить вказати розташування контуру. Якщо контур не замкнути, то при витягуванні програма буде інтерпретувати ескіз як тонкостінний елемент і попросить укапати його товщину. При створенні ескізів можна вирізати або копіювати й вставляти об'єкти ескізу, як з одного ескізу в інший, так і усередині одного ескізу.

У процесі малювання ескізу з'являються лінії формування, які працюють разом з покажчиками, прив'язками й взаємозв'язками, щоб графічно відобразити, як об'єкти ескізу впливають один на одного. **Лінії формування** - це пунктирні лінії, які з'являються в міру створення ескізу. Коли покажчик наближається до висвітлених міток, наприклад, середнім точкам, лінії формування використовуються як орієнтири залежно від існуючих об'єктів ескізу. І нарешті, двовимірні ескізи можна створювати тільки на площинах або на існуючих гранях деталі, а тривимірні ескізи - у тривимірному просторі.

Запуск програми здійснюється клацанням миші по значкові програми на робочому столі, або вибором команди "**Пуск | Программы | SolidWorks**". Після запуску програми будуть доступні два варіанти подальшої роботи: відкриття існуючих файлів деталей, складань або креслень, або створення нових файлів.

Скористаємося другим варіантом для створення нового файлу. Якщо у вас уже є які-небудь файли, створені в SolidWorks, скористайтесь першим варіантом. Якщо файли створені в попередніх версіях SolidWorks, то SolidWorks їх відкриє, тому що наступні версії програми читають файли попередніх версій. У вікні, що з'явилося (рис. 2), у вкладці "**Шаблони**" виберіть шаблон "**Деталь**", виділивши відповідний значок, і натисніть кнопку **ОК**.

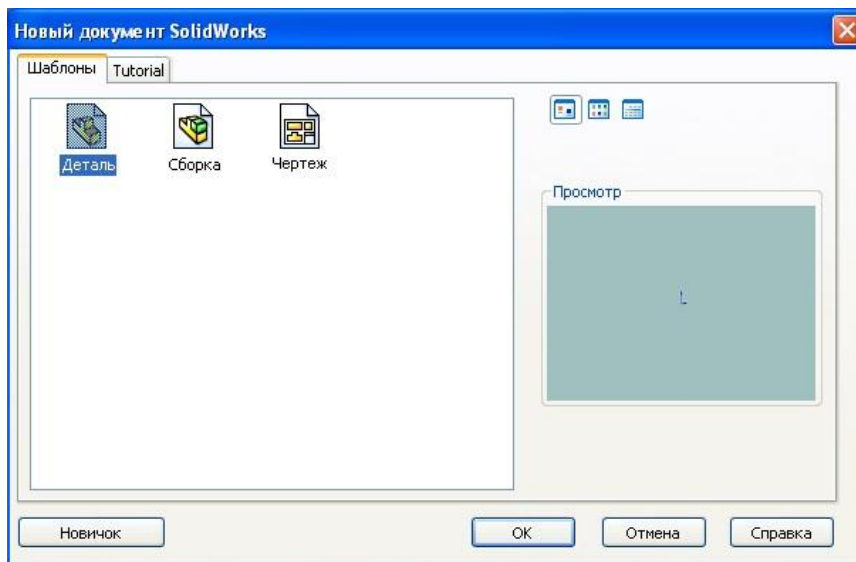


Рисунок 2 - Вкладка "Шаблоны"

Далі перед нами відкрився користувацький інтерфейс SolidWorks, з відкритою вкладкою "Эскизы" (рис. 3). Основні елементи інтерфейсу показані на рис. 4. Програма написана для роботи з Windows, тому всі стандартні елементи інтерфейсу розташовані на звичних місцях. При створенні нової деталі в правому нижньому куті може з'являтися помічник

"Справка: Быстрые советы".

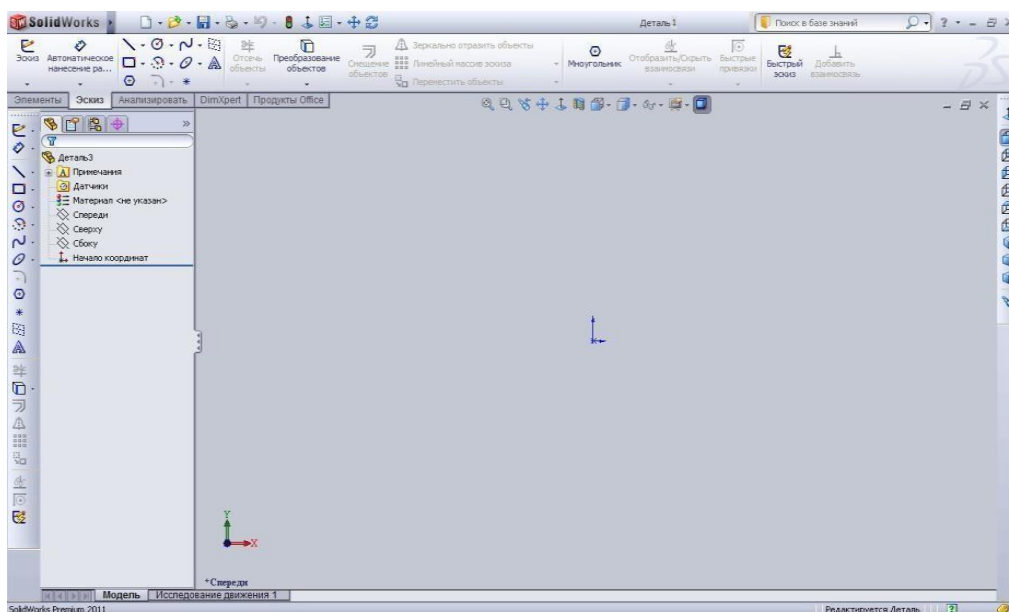


Рисунок 3 - Интерфейс SolidWorks з відкритою вкладкою "Эскизы"

Покладайте мишею по элементам списка **"Что необходимо сделать?"** - і програма вкаже вам, якими кнопками краще скористатися в тому або іншому випадку.

Якщо ви не потребуєте помічника, то сховайте його, нажавши мишею на знак питання в нижньому правому куті екрана. У верхній частині інтерфейсу перебуває рядок меню команд програми. Меню може бути приховано значками часто використовуваних команд. Щоб відкрити меню, наведіть покажчиком миші на логотип програми. Наприклад, у меню **"Файл"** згруповані такі команди, як **"Новый, Открыть, Заккрыть, Сохранить"**, що працюють із файлами.

Меню **"Правка"** дозволяє вирізати, копіювати, вставляти й видаляти елементи побудови, а також скасовувати введені команди.

Меню **"Вид"** поєднує команди, що задають орієнтацію моделі й виду проектованої деталі або складання. Меню **"Вставка"** призначене для додавання різних елементів побудови. Меню **"Инструменты"** дозволяє набудовувати інтерфейс SolidWorks, а також застосовувати інструменти для виміру, визначення й аналізу характеристик моделей.

Через меню **"? (Справка)"** можна одержати доступ до великої електронної довідкової системи SolidWorks.

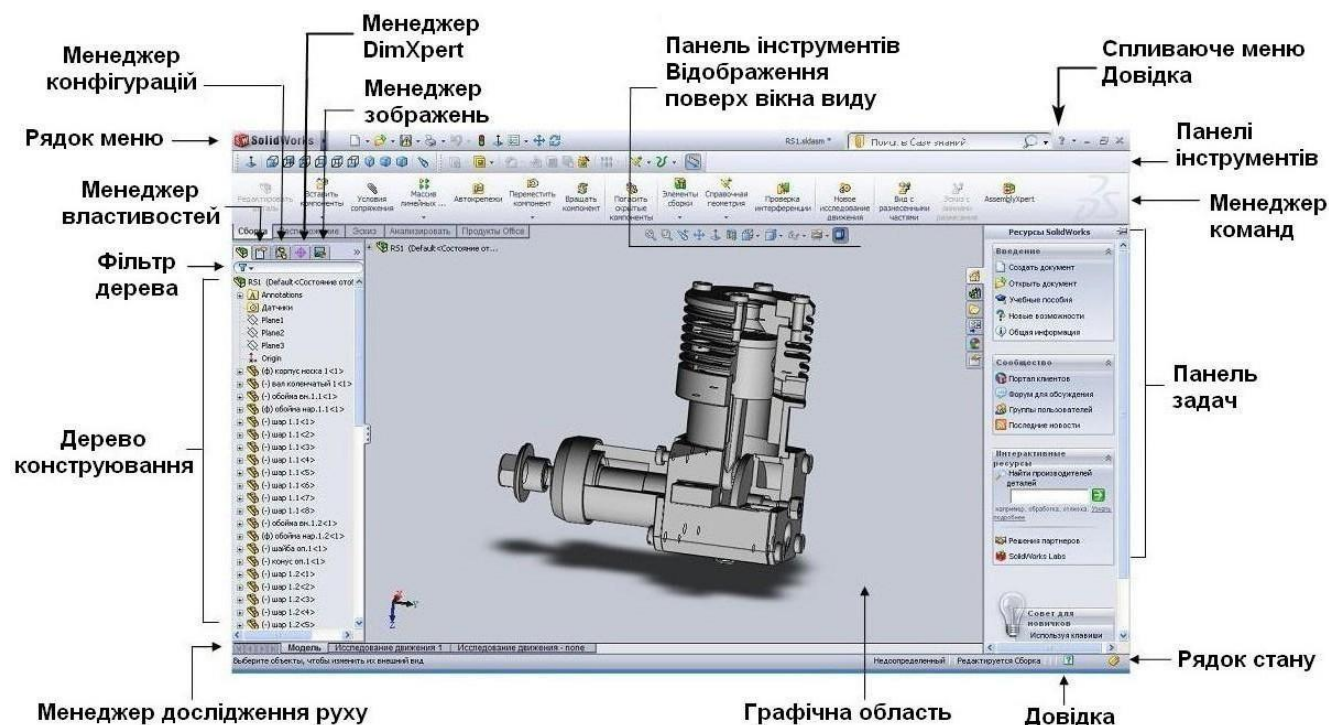


Рисунок 4 - Основні елементи інтерфейсу SolidWorks

З допомогою меню **"? (Справка)"** досвідчений користувач швидко освіжить у пам'яті призабуті команди, а новачок довідається про функціональні можливості програми. У списку кожного меню є пункт **"Настройка меню"**, який дозволяє набудовувати вид списку. Наприклад, виберіть команду **"Файл | Настройка меню"**.

З'явиться меню, що випадає, показане на рис. 5. У цьому меню синіми прапорцями відзначені ті пункти меню **"Файл"**, які будуть відображатися при його виклику. Знімаючи й установлюючи ці прапорці, ви набудовуєте інтерфейс під себе. Трохи нижче рядка меню розташовуються значки, які призначені для швидкого виклику команд, тобто вони дублюють команди, розташовані в меню.

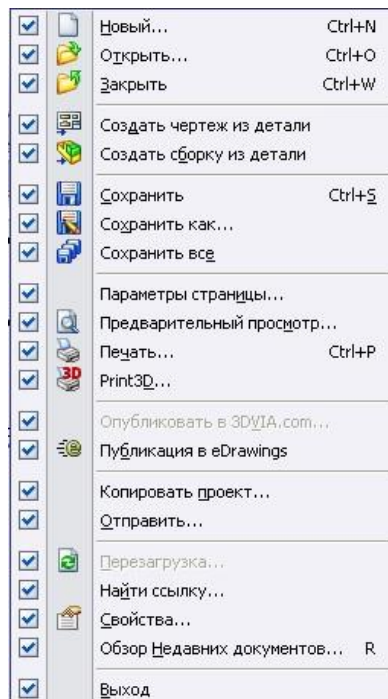


Рисунок 5 - Настроювання меню

У загальному випадку практично кожна команда SolidWorks може бути викликано двома або навіть трьома способами: з рядка меню; за допомогою команд у відповідній панелі інструментів; за допомогою "**Менеджера команд**"; комбінацією гарячих клавіш; за допомогою випадаючого меню правої кнопки миші.

У процесі освоєння програми ви поступово знайдете інші способи й визначите для себе, яким з них у кожний конкретний момент вам зручніше буде користуватися. Усі значки зібрані в інструментальні панелі, які, у свою чергу, також можна набудовувати - відключати, переставляти на екрані і т.д. Крім того, кожен інструментальну панель можна оперативно перемістити на екрані простим перетаскуванням миші, захоплюючи курсором заголовок панелі. При цьому курсор миші набуває певного вигляду.

Для того щоб додати або вилучити інструментальні панелі, необхідно в меню "**Инструменты | Настройка**" на вкладці "**Панель инструментов**" установити або забрати відповідні прапорці (рис. 6).

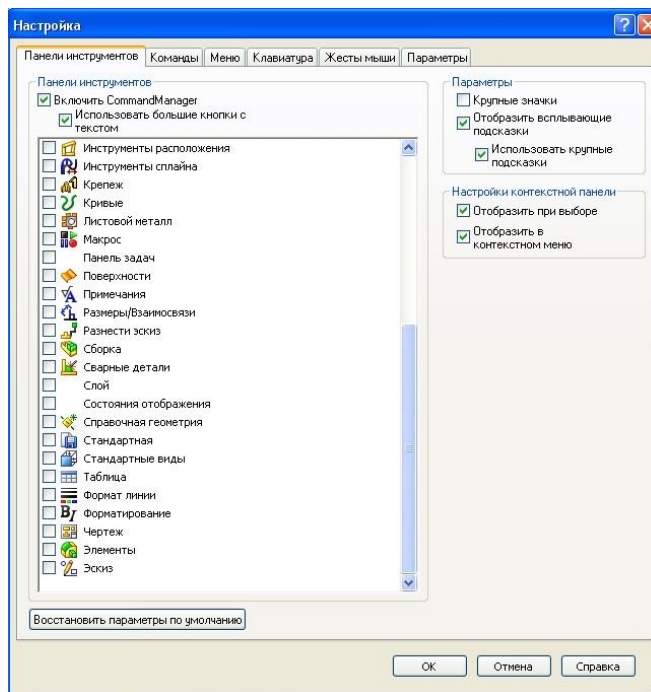


Рисунок 6 - Настроювання інструментальних панелей

Якщо перейти на вкладку "**Команды**", можна додати або забрати окремі значки на панель інструментів. Усі значки розбиті по категоріях для зручності їх систематизації й вибору (рис. 7). При наведенні покажчика миші на значок команди з'являється спливаюча підказка про призначення цієї команди. Якщо команда має визначену комбінацію гарячих клавіш, то ця комбінація також буде зазначена. Наприклад, для команди створення нового файлу служить комбінація гарячих клавіш <Ctrl>+<N> (рис. 7)

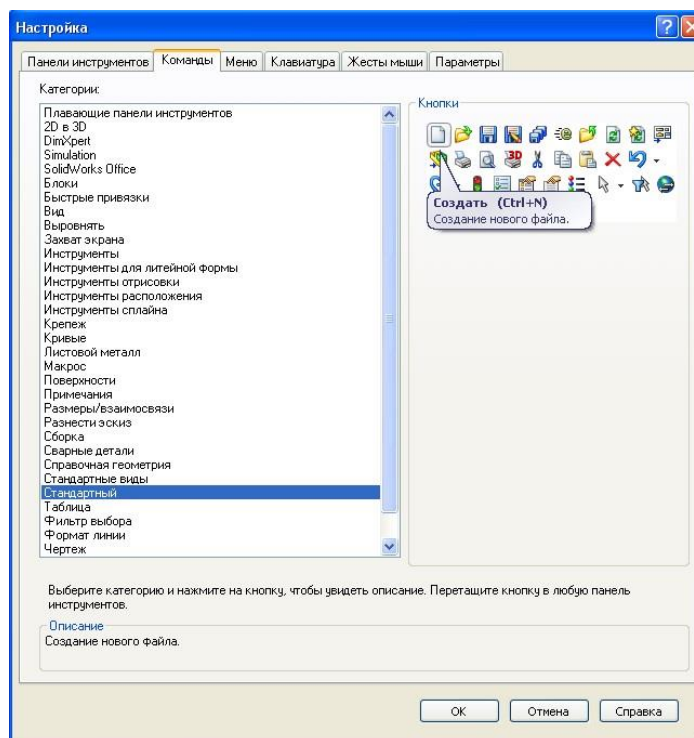


Рисунок 7 - Настроювання меню команд

Щоб додати значок на панель інструментів, необхідно знайти його у відповідній категорії, а потім, навівши покажчик миші на значок, натиснути ліву кнопку й, утримуючи її, перетягнути в

зручне місце на панелі інструментів і відпустити кнопку. Доданий значок відобразиться на екрані в панелі інструментів. Щоб вилучити значок, необхідно "схопити" його мишею в інструментальній панелі вікна програми й перетягнути у вікно налаштувань.

Після того як кнопка миші буде відпущена, значок зникне з екрана. Після всіх маніпуляцій зі значками натисніть кнопку **ОК** у вікні **"Налаштування"**. За замовчуванням у лівій частині екрана розташоване **"Дерево Конструювання"** (рис.8), у якому будуть відображатися всі наші побудови.

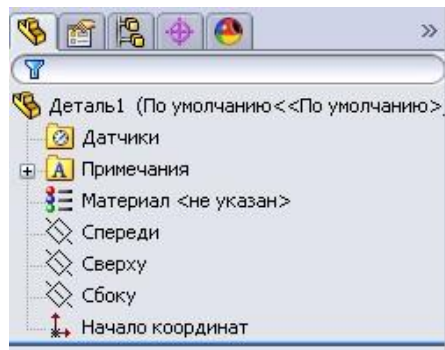


Рисунок 8 - Вікно **"Дерево Конструювання"**

Ми тільки збираємося почати створювати модель, тому дерево конструювання порожнє: є тільки вихідні площини **"Спереди, Сверху и Сбоку"**, на яких можна починати побудову ескізів, і точка **"Начало координат"** у місці перетинання стандартних площин. Ці площини розташовані одна до одної ортогонально, дозволяючи ефективно будувати тривимірну модель, використовуючи всі три напрямки одночасно.

Інші об'єкти дерева конструювання до ескізів не відносяться, і ми їх розглянемо пізніше. Інструментальна панель **"Элементы"**, що служить для створення твердотільної моделі, за замовчуванням перебуває у верхній частині екрана. У цей момент у ній доступні тільки дві команди: **"Вытянутая бобышка/основание"** й **"Повернутая бобышка/основание"**, тому що тільки ці команди можуть створити новий ескіз.

Щоб відобразити команди малювання ескізу, клацніть лівою кнопкою миші на вкладці менеджера команд. Можна також викликати панель інструментів **"Эскиз"** на екран, пройшовши шлях **"Вид | Панель инструментов | Эскиз"**, панель інструментів що з'явилася, можна транспортувати мишею в будь-яке зручне для вас місце екрана. Інструментальна панель **"Эскиз"** містить у собі основні команди створення ескізів. В інструментальних панелях недоступні в цей момент команди мають блідо-сірий колір. Такий спосіб організації дозволяє уникнути надмірної перевантаженості інтерфейсу.

Для того щоб перейти в режим малювання ескізу, клацніть лівою кнопкою миші в дереві конструювання на площині **"Спереди, Сверху или Сбоку"** й потім на кнопці **"Эскиз"**. Після натискання кнопки **"Эскиз"** потрібно вибрати площину, на якій ви збираєтеся створювати ескіз. Укажіть одну із площин у дереві конструювання або в графічній області побудов. При вході в режим малювання ескізу на екрані з'являється координатна сітка. Сітку також можна набудувати. Для цього виберіть команду **«Инструменты | Параметры»** або просто натисніть кнопку —

«Налаштування», потім перейдіть на вкладку **«Свойства документа»** й виберіть пункт **«Масштабная сетка/Привязать»**. З'явиться поле **«Масштабная сетка»** (рис. 9), у якому можна налаштувати крок сітки, інтервал прив'язки або взагалі її забрати. Після всіх маніпуляцій з установкою й видаленням прапорців не забудьте натиснути кнопку **ОК**.

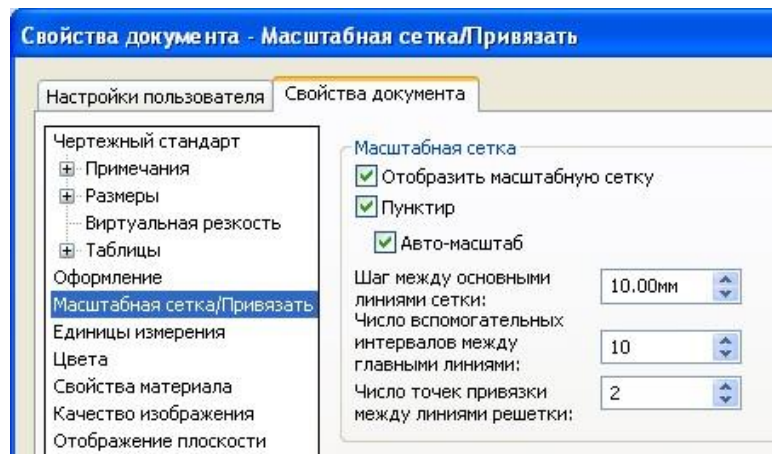


Рисунок 9 - Настроювання масштабної сітки

Якщо необхідно встановлювати прив'язки елементів ескізу до координатної сітки або інших елементів, виберіть команду «**Інструменти | Параметри**» на вкладці «**Налаштування користувача**» в пункті

«**Взаємозв'язи /прив'язки**» (рис. 10).

У центрі екрана відповідним значком відображений початок координат. У цій точці перетинаються вихідні площини «**Спереди, Сверху и Сбоку**». Малювати ескіз рекомендується починати із цієї точки, тоді елементи ескізу автоматично прив'язуються до неї. Якщо ж контур ескізу не буде проходити через початок координат, прийдеться задавати додаткові розміри з метою визначення положення ескізу щодо цієї точки.

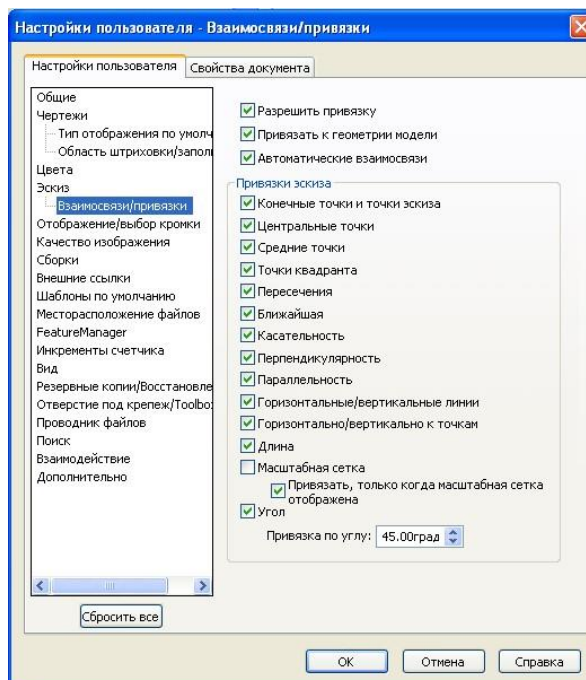


Рисунок 10 - Настроювання прив'язок

У нижній лівій частині області малювання ескізу розташовується тріада ескізу, яка вказує розташування площини побудови в тривимірному просторі. Оскільки SolidWorks є програмою тривимірного моделювання, усі плоскі ескізи ви малюєте в тривимірному просторі. У цьому легко переконатися, якщо ви натиснете в області малювання колесо миші й, не відпускаючи, поведете нею. Площина малювання почне обертатися в просторі. Цього ж результату можна добитися, якщо викликати команду — «**Врацьати вид**» у панелі

інструментів «Вид». При цьому курсор здобуває відповідний до команди вид. Площина змінить своє положення. Проте, ескіз малювати можна й на поверненій площині. Щоб повернути площину малювання у вихідний стан, натисніть кнопку «**Предыдущий вид**» у панелі інструментів «Вид». Або просто натисніть кнопку «**Перпендикулярно**» в тій же панелі інструментів. Площина побудов повинна повернутися у вихідний стан і збігатися із площиною екрана.

У нижній частині екрана розташовується статусний рядок, у якому вказуються поточні координати курсору й режимні параметри моделі. *Створення простого ескізу.*

Прості ескізи, як правило, складаються із примітивів: відрізків, окружностей, дуг тощо, з'єднаних у замкнений контур. Крім того, SolidWorks дозволяє створювати деталі з декількох замкнених контурів, а також тонкостінні деталі з незамкнених контурів. Більш складні ескізи передбачають використання додаткових можливостей, які при правильному застосуванні прискорюють процес проектування. Але доцільність застосування тих або інших можливостей ескізної інструментарію, в остаточному підсумку, буде визначатися досвідом роботи в SolidWorks.

Розглянемо створення простого ескізу на прикладі деталі «Кронштейн».

Як уже було показано, відразу після створення файлу деталі можна включити режим побудови ескізів, вибравши площину й нажавши кнопку «**Эскиз**» панелі інструментів «**Эскиз**». Вікно, у якому проводяться побудови, за замовчуванням покрите сіткою. Якщо сітки немає, її можна відобразити, вибравши команду «**Инструменты | Параметры**» й на вкладці «**Свойства документа**» в розділі «**Масштабная сетка**» встановивши прапорець «**Отобразить масштабную сетку**». Для оперативного включення й вимикання масштабної сітки рекомендується винести значок «**Масштабная сетка/Привязать**» на панель інструментів «**Эскиз**».

Тут також можна задати бажані параметри сітки й установити прив'язку елементів ескізу до масштабної сітки. Після установки всіх параметрів натисніть кнопку **ОК** і поверніться в режим малювання ескізу. Параметри масштабної сітки можна викликати в будь-який момент редагування ескізу. Масштаб сітки можна також змінювати обертанням колеса миші. Сітка дає користувачеві візуальну уяву про розміри й кути.

Мишею виберіть команду малювання лінії «**Линия**» інструментальної панелі «**Эскиз**». Ліворуч у менеджері властивостей виникає вікно «**Вставить линию**» (рис. 11).

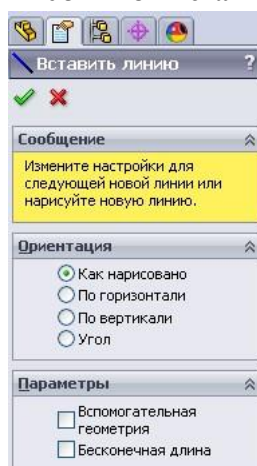


Рисунок 11 - Вікно «Вставить линию»

При цьому дерево конструювання переміщається в область побудов. Таке переміщення дерева конструювання дозволяє здійснювати безперервний контроль над процесом проектування навіть у тому випадку, якщо з'являються діалогові вікна менеджера властивостей при виконанні команд. У вкладці «**Ориентация**» можна задати положення

передбачуваної лінії, якщо відомо, що вона повинна бути строго горизонтальна, вертикальна або розташовуватися під певним кутом. Для нашого випадку залишимо активною позицію «**Как нарисовано**». Перемістіть курсор в область малювання. При цьому він здобуває вид олівця з лінією. Підведіть курсор до початку координат, де планується розташувати початкову точку лінії. Поруч повинен виникнути символ прив'язки. Натисніть ліву кнопку миші й, утримуючи її, починайте переміщати курсор до кінцевої точки лінії. Зверніть увагу на динамічну лінію, яку програма проводить до курсору від зазначеної раніше точки. Як тільки курсор досягне кінцевої точки відрізка, відпустіть клавішу миші. Не намагайтеся витримувати лінії строго вертикально або горизонтально, далі ми побачимо, як цього добитися без яких-небудь утруднень. Отже, намалюйте горизонтальний відрізок довжиною близько 100 мм. При проведенні відрізка поточна довжина відображається поруч із курсором (рис.12).



Рисунок 12 - Побудова горизонтального відрізка

При малюванні ескізів особливої точності дотримувати не потрібно: довжина може трохи відрізнятись від 100 мм, а лінія бути не строго горизонтальною (як, наприклад, показано на рис. 12).

Однак якщо намалювати відрізок занадто довгим або занадто коротким, тобто, швидше за все, ескіз може прийняти неправильну форму при проставлянні розмірів, і тоді буде потрібно додаткове коректування його елементів.

Якщо при побудові відбулася помилка, то слід натиснути кнопку «**Отменить ввод**» на інструментальній панелі «**Стандартная**» а потім повторно викликати команду «**Линия**» з інструментальної панелі «**Эскиз**». Відмінити ввод можна або вибравши команду «**Правка | Отменить ввод | Линия**», або просто нажавши комбінацію клавіш <Ctrl>+<Z>. Якщо команда побудови ліній усе ще активна, можна відразу ж додати в ескіз другий відрізок.

Підведіть курсор до кінця відрізка, від якого ви прагнете продовжити ескіз. Поява двох концентричних окружностей на жовтому тлі поруч із курсором свідчить про захват кінця відрізка, у результаті чого відрізки будуть з'єднані. Якщо провести другий відрізок до появи цього значка, то перший відрізок не з'єднається із другим, і ескіз не буде замкненим. Будуємо вертикальний відрізок довжиною 20 мм.

Під час побудови можуть з'являтися ортогональні пунктирні лінії формування. Ці лінії дозволяють орієнтуватися при побудові ескізів. Контур з відрізків можна будувати шляхом почергового позиціонування курсору в необхідному місці й клацання миші. Для завершення ланцюжка необхідно виконати подвійне клацання миші або, нажавши праву кнопку миші, у спливаючому меню вибрати пункт «**Завершить цепочку**». Побудуйте другий горизонтальний відрізок довжиною приблизно 20 мм і ще один вертикальний довжиною приблизно 40 мм. У підсумку ви повинні одержати ескіз, показаний на рис. 13.



Рисунок 13 - Побудова вертикального відрізка

Для того щоб створити дуговий сегмент ескизу, виберіть команду «**Касательная дуга**» в панелі інструментів «**Эскиз**» і розмістіть курсор точно наприкінці четвертого відрізка. Далі клацніть мишею й ведіть курсор, як би продовжуючи відрізок нагору й трохи вліво. Програма динамічно буде формувати дугу. Причому дуга буде дотичною до відрізка, від якого вона почала будуватися.

Траєкторія руху по дузі повинна приблизно відповідати показаній на рис. 14, щоб центральний кут дуги був близький до 180° . Особливої точності домагатися не треба. Ескіз повинен мати поки приблизні форми й розміри. Після клацання миші, до ескизу додається півколо. Якщо у вас дуга з першого разу не вийшла, натисніть клавішу **<Delete>** і спробуйте ще раз. Для завершення команди в контекстному меню правої кнопки миші є пункт «**Выбрать**». Знову активізуйте команду побудови відрізків і намалюйте відрізки, приблизно симетричні побудованим. Залежно від того, наскільки близько до ідеального розташування вказувалися точки, ескіз може виявитися правильним або злегка перекошуваним. Ескіз може вийти, наприклад, таким, як показано на рис.15. Нічого страшного, що ескіз поки "кривий". Наступними діями ми приведемо його в порядок.

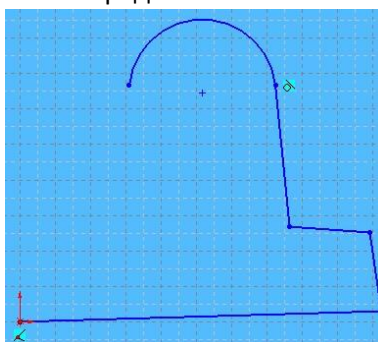


Рисунок 14 - Побудова дуги

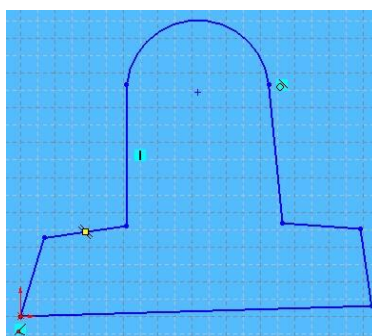


Рисунок 15 - Замкнений ескіз

Для того щоб накласти на ескіз додаткові взаємозв'язки елементів, необхідно викликати команду «**Добавить взаимосвязь**» панелі інструментів «**Размеры/взаимосвязи**». При цьому виникає діалогове вікно, показане на рис. 16. Спочатку вікно «**Выбранные объекты**» порожнє. Виділяємо мишею відрізки, які повинні бути в ескизі горизонтальними. Обрані

відрізки відразу відображаються у вікні **«Выбранные объекты»**. У вкладці **«Добавить взаимосвязи»** напівжирним шрифтом позначаються ті взаємозв'язки, які найбільш близькі до побудованої фігури. Наприклад, при виборі об'єкта **«Лінія1»** напівжирним шрифтом відзначений взаємозв'язок **«Горизонтальный»** (рис. 16). Натисніть на цю кнопку, і ви побачите, що нижня лінія нашого ескізу стала строго горизонтальною, а у вкладці **«Существующие взаимосвязи»** з'явився напис **«Горизонтальность1»**

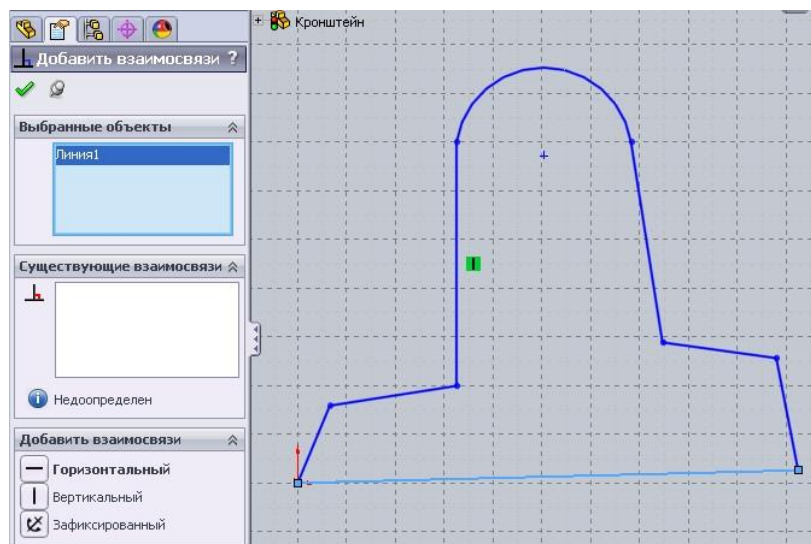


Рисунок 16 - Накладення взаємозв'язків

Аналогічно встановіть взаємозв'язок вертикальності для відрізків. У результаті цих дій ескіз може трохи змінити свою форму (рис. 17). Нічого страшного. Головне, щоб не з'явилися пересічні відрізки. Якщо таке відбулося, необхідно підкоректувати розміри ескізу. Зверніть увагу, що поруч із елементами ескізу проставлені значки доданих взаємозв'язків. З одного боку, вони показують, які зв'язки накладені на елемент ескізу, з іншого боку цими значками можна управляти, наприклад, вилучити взаємозв'язок.

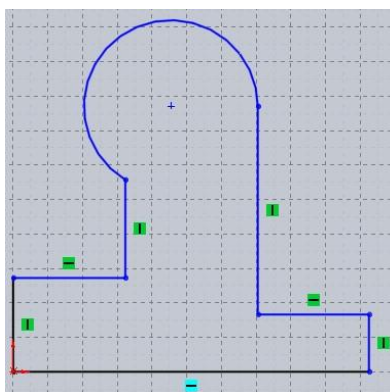


Рисунок 17 - Накладені взаємозв'язки

Положення елемента в ескізі при цьому не зміниться, але зв'язок буде вилучений. Для видалення взаємозв'язку клацніть по його позначенню й натисніть клавішу **<Delete>**.

В інструментальній панелі **«Размеры/взаимосвязи»** викличте команду **«Автоматическое нанесение размеров»** і клацніть мишею на нижньому горизонтальному відрізку для нанесення розміру. Потім перемістіть мишу трохи нижче. З'являється динамічний зразок розміру. Для проставлення розміру в обраному місці клацніть мишею. З'явиться поле з поточним розміром відрізка. При нанесенні розміру між паралельними лініями необхідно

виділити мишею спочатку одну лінію, потім другу, вказати місце для динамічного зразка розміру (рис. 18).

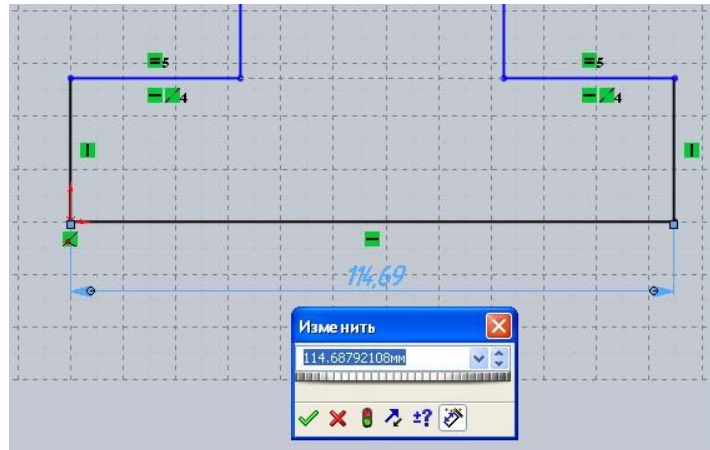


Рисунок 18 - Нанесення розмірів

Значення тільки що нанесеного розміру визначається тим, у яких точках користувач робив клацання мишею при побудові ескизу. Нам потрібно, щоб довжина нижнього відрізка становила точно 100 мм. Для того щоб добитися цього, просто двічі клацніть на розмірі. Відкривається діалогове вікно «Изменить» (рис. 18). У ньому введене поточне значення розміру. Введіть число 100 із клавіатури. Тому що SolidWorks - програма параметричного моделювання, уся геометрія ескизу підбудовується під нове значення ширини й відбувається зміна місця розташування сусідніх зв'язаних елементів. Натисніть кнопку **ОК**.

Додамо в наш ескіз кронштейна окружність із центром, що збігається із центром дуги. Викличте команду «Окружность» панелі інструментів «Эскиз». Підведіть курсор до перехрестя — центру дуги (близько курсору повинен з'явитися символ прив'язки на жовтому тлі). Натисніть ліву кнопку миші. Далі, відводячи мишу від центру, позначте положення передбачуваної окружності й натисніть ліву кнопку миші ще раз. З'явиться новостворена окружність. Задайте розмір окружності (рис. 19).



Рисунок 19 - Побудова окружності

Далі встановіть товщину кільця кронштейна 5 мм. Для цього використовуйте розмір між двома вертикальними лініями й діаметр окружності: додайте нове рівняння зв'язку розміру окружності й горизонтального розміру, які повинні відрізнятися друг від друга на 10 мм (рис. 19). У завданні розміру бере участь не тільки ім'я розміру (D1, D2, D3 і т.д.), але ім'я ескізу (Ескіз) зі значком @. Тим самим розміри можуть управлятися даними не тільки із цього ескізу, але й з інших ескізів.

Повне визначення ескізу

Якщо ви звернули увагу, деякі елементи нашого ескізу мають синій колір, а в статусному рядку SolidWorks зазначено «Недоопределен». Це означає, що наш ескіз не повністю готовий: ми можемо, зачепивши мишею за який-небудь елемент ескізу, перетягнути його. Недовизначення ескізів може позначитися надалі при створенні складань, коли одна з деталей зненацька змінить свою форму або взаємне положення елементів у багатотільної деталі. Щоб цілком визначити ескіз, необхідно його жорстко зафіксувати щодо центру координат. Наш ескіз можна повністю визначити, додавши додаткові взаємозв'язки. В ескізі кронштейна необхідно вказати розмір висоти плічок, наприклад, 20 мм. Зробіть це й побачите, що колір елементів ескізу став чорним, а в статусному рядку зазначено «Определен». Тепер ескіз має єдине рішення, показане на рис. 20.

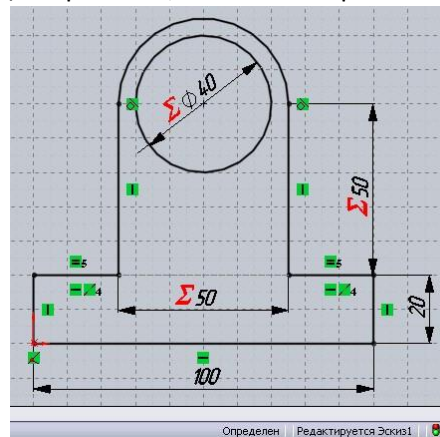


Рисунок 20 - Повне визначення ескізу

Використання дзеркального відбиття об'єктів

Команда дзеркального відбиття об'єктів буває корисною тоді, коли ескіз має площину симетрії. У цьому випадку немає необхідності повністю малювати ескіз, досить намалювати його половину й дзеркально відобразити.

Послідовність застосування даної команди наступна:

1. Малюємо елементи ескізу.
2. Проводимо осьову лінію.
3. Здійснюємо дзеркальне відбиття обраних елементів.

Продемонструємо це на прикладі ескізу кронштейна. Побудуйте ескіз половини кронштейна, показаний на рис. 21

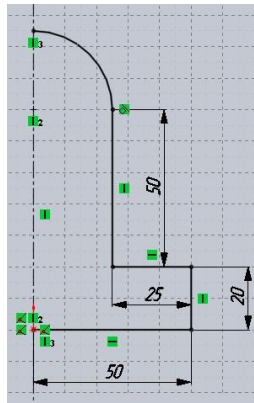


Рисунок 21 - Половина эскизу

Далі потрібно вказати розміри й зробити ескіз повністю визначеним уже відомим вам способом. Тепер активізуйте команду «Осевая линия» і проведіть осьову лінію вертикально через початок координат аналогічно тому, як раніше ви проводили лінію простого ескізу. У результаті у вас повинен вийти ескіз із осьовою лінією (рис. 21).

Тепер побудуємо дзеркальне відбиття нашого ескізу, викликавши команду «Зеркально отразить объекты» з панелі інструментів «Эскиз». У менеджері властивостей відобразиться діалогове вікно «Зеркальное отражение» (рис. 22), у якому слід вибрати елементи для відображення й лінію, щодо якої необхідно відобразити обрані елементи.

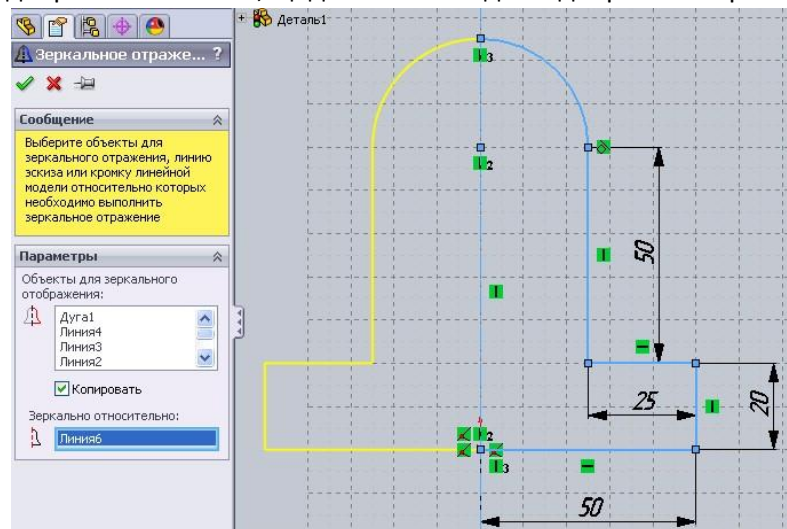


Рисунок 22 - Діалогове вікно «Зеркальное отражение»

Клацніть мишею в полі «Зеркально относительно» й укажіть осьову лінію. У вікні повинне з'явитися найменування лінії, наприклад, «Линия6». Номер лінії може відрізнятись від показаного на рис.22. Це залежить від того, якою за рахунком елементом ескізу була створена осьова лінія. Далі клацніть мишею в полі «Объекты для зеркального отображения» й укажіть послідовно всі елементи ескізу (крім осьової лінії). По мірі вказування елементів будуть з'являтися їхні відбиті образи (рис. 22). В разі необхідності додавання до побудованого ескізу фасок, слід використовувати діалогове вікно «Скругление» з панелі інструментів «Эскиз», відповідно у менеджері властивостей треба вибрати вкладку «Настройки фаски» (рис. 23).

Проробивши все це, натисніть кнопку **ОК** у менеджері властивостей, і у вас повинен вийти ескіз, показаний на рис. 24.

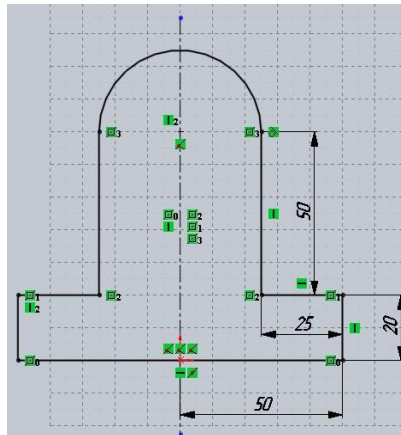


Рисунок 24 - Готовий ескіз

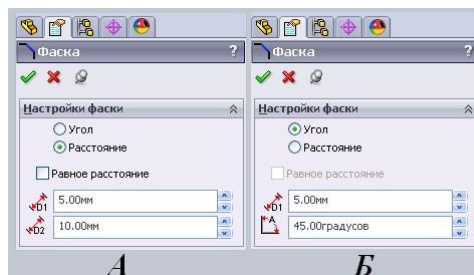


Рисунок 23 - Вкладка «Настройки фаски»

Використання команд отрисовки массивів

Команди отрисовки массивів призначені для ескізів з багаторазово повторюваними елементами. В SolidWorks розрізняють два види массивів: лінійний массив ескізу та круговий массив ескізу.

Лінійні массиви використовуються для створення копій, які можна розмістити на однаковій відстані уздовж однієї або двох траєкторій на- приклад ескіз плити із гніздами складної форми (рис. 25).

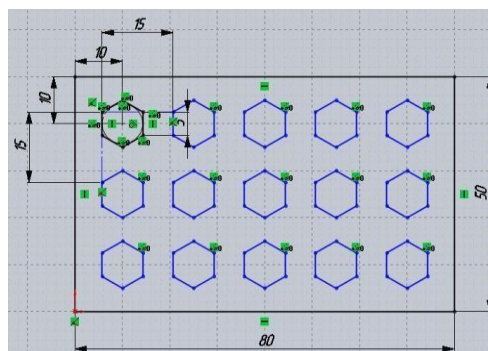


Рисунок 25 - Приклад лінійного массиву

Круговий массив застосовується в тих випадках, коли необхідно намалювати кілька однакових елементів ескізу навколо деякої точки. Для прикладу на рис. 26 показана побудова ескізу окружності з пелюстками у вигляді напівеліпсів.

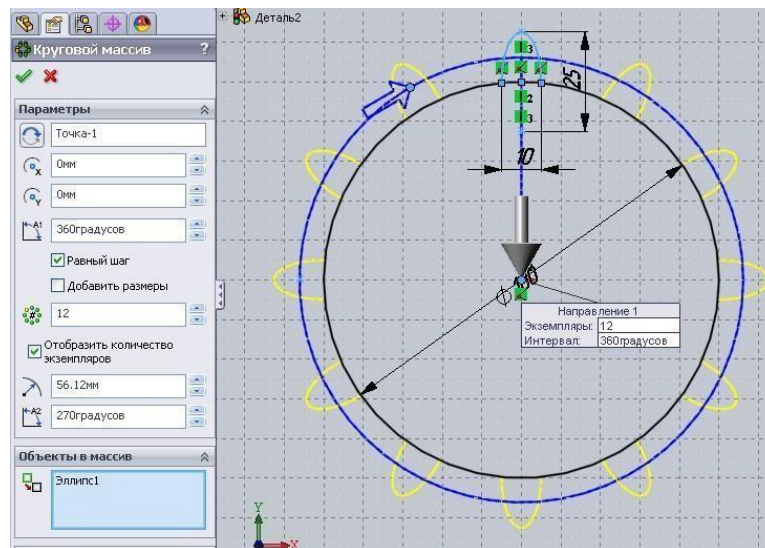


Рисунок 26 - Побудова ескізу окружности з пелюстками у вигляді напівеліпсів **Використання сплайнів в ескізах.**

Сплайни призначені для малювання складних профілів або профільованих поверхонь. Задаючи точні координати точок сплайна, можна формувати поверхні таких деталей, як лопатки турбін, кулачки і т.д. Розглянемо використання сплайна на прикладі створення профілю кулачка. Відкрийте для редагування нову область побудови й намалюйте ескіз початкової окружності радіусом 40 мм і із центром на початку координат. По команді «Сплайн» у менеджері властивостей з'явиться діалогове вікно «Сплайн». Починаючи ліворуч від окружності, ставлячи послідовно точки вище цієї окружності, проведіть сплайн так, як показано на рис. 27.

Щоб завершити малювання сплайна, клацніть правою кнопкою миші в графічній області побудови ескізу й у контекстному меню виберіть пункт «Завершити сплайн». Якщо у вас точки встануть трохи криво, то надалі положення точок можна буде виправити. Тепер просто натисніть кнопку **ОК**.

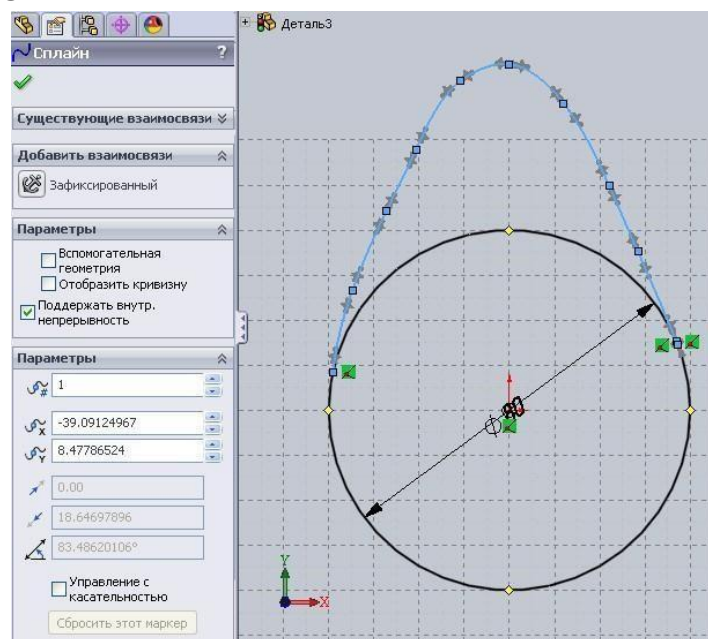


Рисунок 27 - Побудова сплайна

Для більш точної побудови профілю можна скористатися інструментом, який будує епюру кривизни сплайна в кожній точці. Наведіть курсор миші на сплайн і в контекстному меню правої кнопки виберіть пункт «**Отобразить обозначения кривизны**». На сплайні виникне епюра кривизни, а в діалоговому вікні властивостей «**Масштаб кривизны**» за допомогою движка можна задати коефіцієнт збільшення епюри. Натисніть кнопку **ОК**, коли епюра буде необхідної кривизни. Відключення відображення позначення кривизни проводиться аналогічно вклученню. Тепер, міняючи положення точок сплайна, можна стежити за епюрою і коректувати сплайн.

Тривимірні ескізи.

При створенні двовимірного ескізу вся геометрія проектується на площину, і всі точки простору, розташовані за нею, виявляються поза видимістю. Силуетні крайки стають плоскими об'єктами так, що певні кути, округлення й циліндри відображаються як дуги й лінії. Тому для малювання будь-якого каркаса або звареної деталі із профілів зручно користуватися тривимірними ескізами.

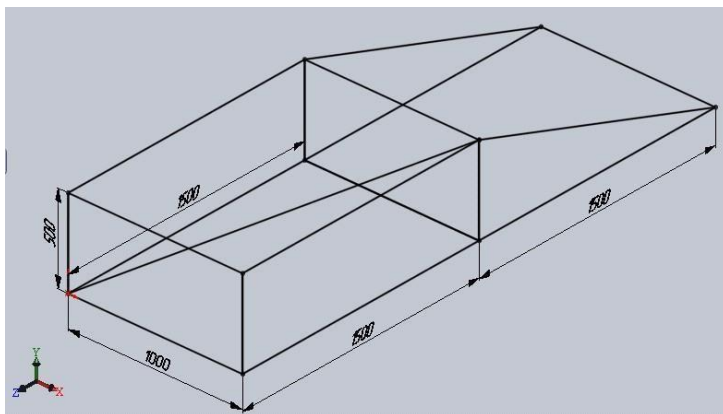


Рисунок 28 - Тривимірний ескіз естакади

При роботі із тривимірним ескізом можна скористатися графічним помічником, який допомагає зберегти орієнтацію під час малювання на декількох площинах. Цей помічник називається **маркером координат** - він з'являється при визначенні першої точки лінії або сплайна на обраній площині. За допомогою маркера координат можна вибрати вісь, уздовж якої необхідно виконати малювання. Крім того, при малюванні в тривимірному ескізі можна використовувати систему координат ескізу, яку можна відобразити в області побудов. Для цього в режимі малювання тривимірного ескізу натисніть праву кнопку миші в графічній області малювання й у контекстному меню, що випадає, виберіть пункт «**Отобразить триаду эскиза**».

У процесі малювання тривимірного ескізу систему координат можна залишити на місці, заданому за замовчуванням, або перетягнути її на поверхню або криву, так, що осі будуть орієнтовані на дану геометрію.

При цьому можна скористатися двома способами:

- вибрати на тріаді вісь або площину, клацнувши мишею по стрілці тріади або по сектору, і перетягнути геометрію. Геометрія при цьому буде переміщатися уздовж обраної осі або в обраній площині тріади;
- перетягнути тріаду на точку. При цьому тріада буде прив'язана до даної точки, і згодом можна буде перетаскувати цю точку, перетаскуючи вісь або площину

тріади. Якщо тріада буде зафіксована на місці, то геометрію однаково можна буде перетаскувати.

Щоб перейти в одну із двох площин за замовчуванням, виберіть команду ескізу й натисніть клавішу <Tab>. Відобразиться вихідна точка поточної площини ескізу. Для створення тривимірних ескізів можна використовувати одну із команд: окружності, дуги, прямокутника, лінії, сплайни, точки. При малюванні тривимірного ескізу можна створювати об'єкти на робочій площині або в довільній точці тривимірного простору. Процес побудови тривимірного ескізу нічим не відрізняється від побудови звичайного ескізу, тільки для початку побудови треба використовувати команду «Трёхмерный эскиз» з панелі інструментів «Эскиз».

Лекція № 17 Середовище AutoCAD

1. Панелі AutoCAD

У верхній частині екрану під рядком меню розташована **стандартна панель (Standard Toolbar)**, за допомогою якої крім стандартних процедур роботи з файлами можна задавати та змінювати систему координат, проводити вимірювання зображень, керувати зображенням на екрані (рис.1).



Рисунок 1 – Вигляд стандартної панелі

Для креслення, простановки розмірів, редагування зображення можливе використання **інструментальних панелей**, призначених для швидкого виклику команди за допомогою піктограми (рис.2). Ці панелі розташовані по периметру екрана, їх кількість та положення можна змінювати у процесі роботи. Оскільки інструментальні панелі зменшують робочу зону екрана, то їх кількість треба регулювати в залежності від наявної потреби, включаючи тільки необхідні. В разі потреби можна також створювати власні панелі, на які збирати команди, необхідні для виконання конкретної роботи.



Рисунок 2 – Вигляд інструментальної панелі Draw (Рисування)

Під робочим екраном знаходиться **командний рядок**, за допомогою якого вводяться команди з клавіатури, а також задаються необхідні параметри команд (рис.3).

```
Regenerating model.  
AutoCAD menu utilities loaded.  
Command: Specify opposite corner:
```

Command: _____

Рисунок 3 – Вигляд командного рядка

В нижній частині екрану під командним рядком знаходиться **рядок стану**, який містить координати курсору й кнопки вмикання/вимикання режимів креслення: **SNAP (КРОК)**, **GRID (СІТКА)**, **ORTHO (ОРТО)**, **POLAR (ПОЛЯРНІ)**, **OSNAP (ОБ'ЄКТНІ ПРИВ'ЯЗКИ)**, **OTRACK (СЛІДКУВАННЯ ЗА ОБ'ЄКТНИМИ ПРИВ'ЯЗКАМИ)**. Крім того він має кнопку переходу з одного простору креслення в інший: **PAPER (ЛИСТ)/ MODEL (МОДЕЛЬ)** та кнопку **LWT (ВІДОБРАЖЕННЯ/ ПРИХОВАННЯ ТОВЩИНИ ЛІНІЙ)** (рис.4).



Рисунок 4 – Вигляд рядку стану

2. Завдання параметрів креслення

Ряд параметрів майбутнього креслення можна задати у діалоговому вікні **Create New Drawing (Створення нового рисунка)**, яке виводиться на екран нового креслення відразу ж після запуску **AutoCAD 2000**, або при створенні нового файлу.

Для установки параметрів нового креслення у цьому вікні можна вибрати: **Use a Wizard (Визвати МАЙСТЕР)** – в області **Select a Wizard**

(Виберіть МАСТЕР), а в ньому вибрати **Quick Setup (Швидка підготовка)** або **Advanced Setup (Детальна підготовка)**.

Далі слід задати параметри майбутнього креслення, включаючи одиниці виміру лінійних та кутових величин, точність, напрямки завдання кутів, розміри формату.

Use a template (За шаблоном) дозволяє вибрати шаблон.

Start from Scratch (Без шаблону) – почати з нуля.

Якщо в процесі роботи треба змінити параметри креслення, або робота проводиться з версією **AutoCAD**, де майстер відсутній, то перед початком роботи слід задати необхідні параметри.

Формат задається командою **limits**, після чого вводяться координати лівого нижнього та правого верхнього кута. Можна задавати формат з меню **Format (Формат)**.

Стиль розмірів задається з меню **Format (Формат)**. Для цього вибирається команда **Dimension Style (Стиль розмірностей) – Modify (Змінити)** (рис. 5):

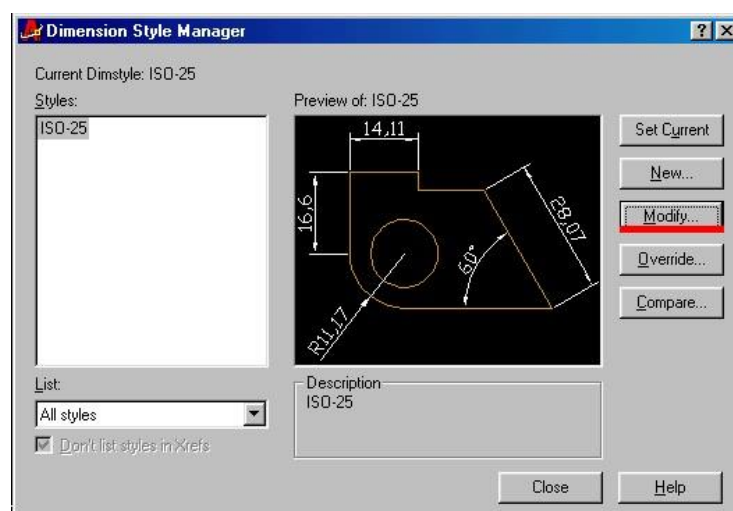


Рисунок 5 – Задання стилю розмірів

Далі треба задати:

- у пункті **Lines and Arrows (Лінії та стрілки)** – стиль розмірних ліній та ліній винесення, а також форму та розміри стрілок (рис. 6);
- у пункті **Text (Текст)** - висоту та стиль текста, а також його розміщення відносно розмірної лінії: **Horizontal - Centered (За центром)**, **Vertical - Above (Над)** (рис. 7).

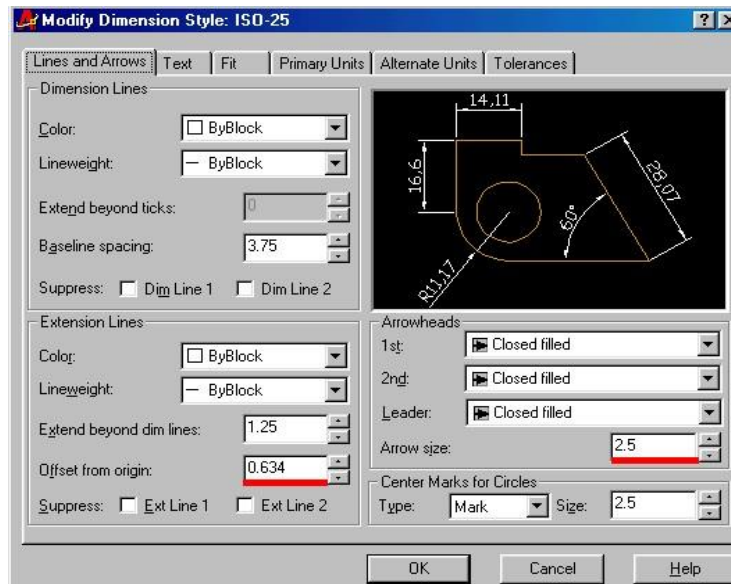


Рисунок 6 – Задання стилю розмірних ліній та стрілок

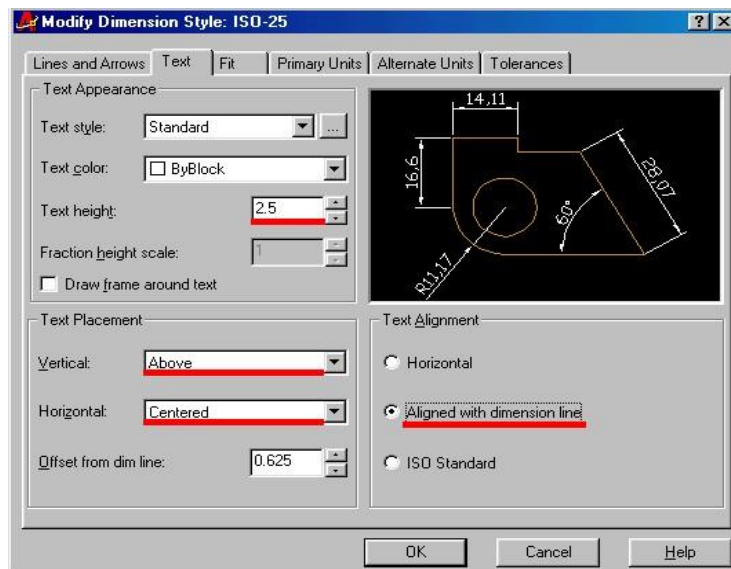


Рисунок 7 – Задання стилю текста розмірів

Стиль текста задається з меню **Format (Формат)**. Для цього вибирається команда **Text Style (Стиль текста)** (рис.8).

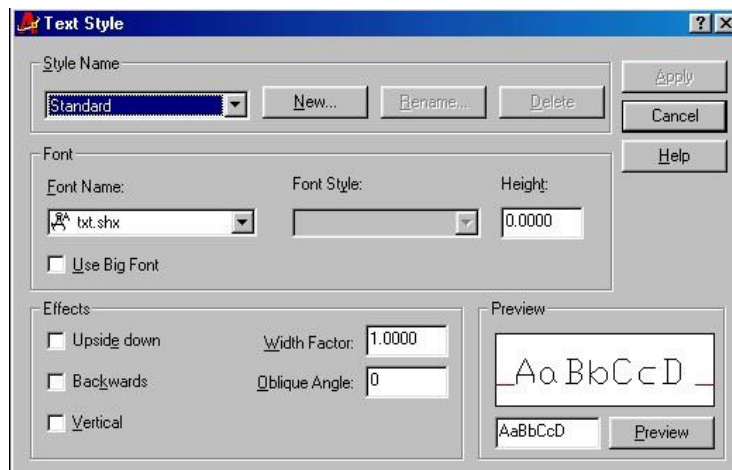


Рисунок 8 – Задання стилю тексту розмірів

Далі можна задати: **Style Name (Ім'я стилю)**, **Font Name (Тип шрифту)**, **Font Style (Стиль шрифту)**, **Height (Висоту)**, необхідні ефекти – **Upside down (Перевернутий)**, **Back Wards (Зворотній)**, **Vertical (Зверху нагору)**.

Крім того, в меню **Format (Формат)** можна задати **Point Style (Стиль відміток)**, та **Multiline Style (Стиль м – ліній)** (рис. 9, 10).

При роботі у середовищі **AutoCAD 2000** для підвищення зручності роботи можна використовувати екран потрібного кольору. Для зміни кольору слід у середовищі увійти у меню **Tools (Інструментарій)**, де вибрати команду **Options (Опції)**. У діалоговому вікні вибрати: **Display (Екран)** – **Colors (Кольори)**, після чого задати фон графічного вікна. В цьому ж діалоговому вікні можна змінити розмір курсора у відсотках від розміру екрана від 1% до 100%.

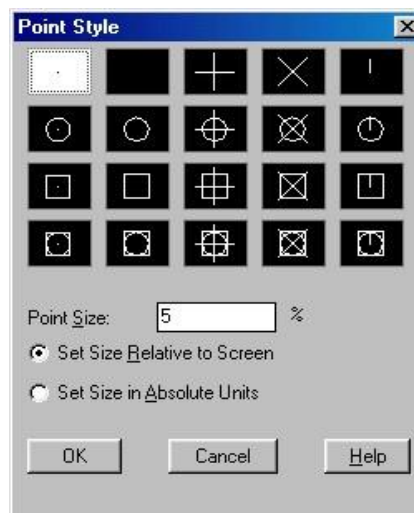


Рисунок 9 – Задання стилю відміток

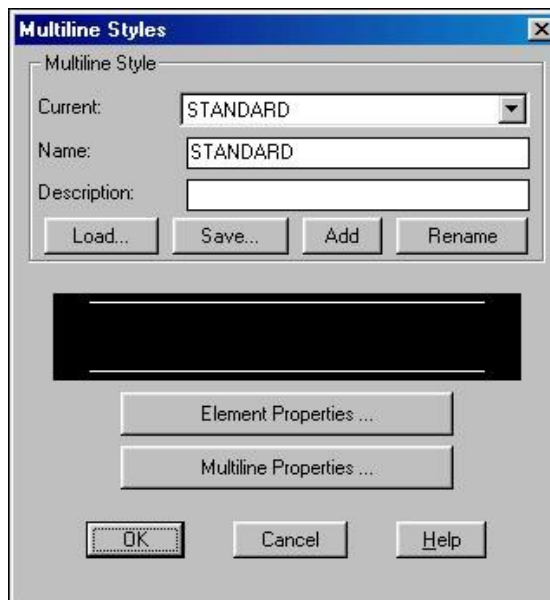


Рисунок 10 – Задання стилю м – ліній

3 Керування зображенням

На стандартній панелі крім загальновідомих кнопок знаходяться кнопки, що дозволяють керувати зображенням екрана. Серед них:



— **Redraw All (Перекреслити)** – дозволяє відновити зображення;



— **Named Views (Іменовані види)** – спливаюче меню, дозволяє задати необхідну проекцію або точку зору для тривимірних зображень;



– **Pan Realtime (Панорамування)** – дозволяє переміщати зображення відносно екрана;



– **Zoom Realtime (Зміна розміру зображення екрана)** – дозволяє збільшити або зменшити зображення на екрані;



– **Zoom Window (Покажи рамкою)** – дозволяє вибрати частину зображення;



– **Zoom Previous (Попередній крок).**

4. Системи координат

Значення координат, незалежно від способу їх вводу, завжди пов'язані з системою координат. За замовчанням завжди використовується **Word Coordinate System – WCS (Світова Система Координат)**. Вона визначена так: OX – зліва направо, OY – знизу вгору, OZ – перпендикулярно екрану назовні. Для зручності роботи може бути прийнятою **User Coordinate System – UCS (Користувальницька система координат)**, яку можна перемістити й повернути відносно світової. Для завдання користувальницької системи координат слід вибрати в просторі формату точку, у яку

помістити початок координат за допомогою команди:  – **UCS (КСК)**, після чого ввести координати точки, яка відповідає новій системі координат.

5. Робота з шарами

Для підвищення зручності роботи у **AutoCAD** існує поняття шарів. Кожен шар має свої властивості: колір, тип лінії, стилі та ін. При роботі зі складними кресленнями можна виключати деякі шари, робити їх неактивними.

Рекомендується будувати у різних шарах:

- основні зображення кожного окремого виду (ім'я ВИД_N);
- центрові лінії (ім'я ВІСЬОВІ);
- допоміжні зображення, лінії побудови (ім'я ДОПОМІЖНІ);
- розміри (ім'я РОЗМІРИ);
- текстову інформацію (ім'я ТЕКСТ); □ таблиці (ім'я ТАБЛИЦЯ_N);
- рамку та штамп (шар РАМКА).

Для кожного шару слід задати тип лінії та колір.

Для створення нових шарів та їх редагування використовується **Object Properties (Рядок властивостей об'єкта)** (рис. 11).



Рисунок 11 – Вигляд рядку властивостей об'єкта

До нього входять такі інструменти:

- **Make Objects Layer Current (Зробити шар поточним);**
- **Layers (Шари)** – для виклику діалогового вікна параметрів шарів і типів ліній;
- **вікно керування шарами** – для завдання або зміни шару, а також зміни його властивостей (включити / виключити, заморозити у всіх видах, заморозити у поточному виді, заблокувати / розблокувати, змінити колір);
- **вікно керування кольором** – для зміни кольору;
- **вікно керування типом лінії** – для зміни типу лінії.
- **вікно керування товщиною лінії** – для зміни товщини лінії.

Для створення нових шарів слід вибрати команду  **Layer (Шари)**, після чого з'являється діалогове вікно **Layer Properties Manager**

(Властивості шару та типу лінії) У цьому вікні можна створити новий шар (**New**), задати для нього ім'я, колір, тип лінії (рис. 12).

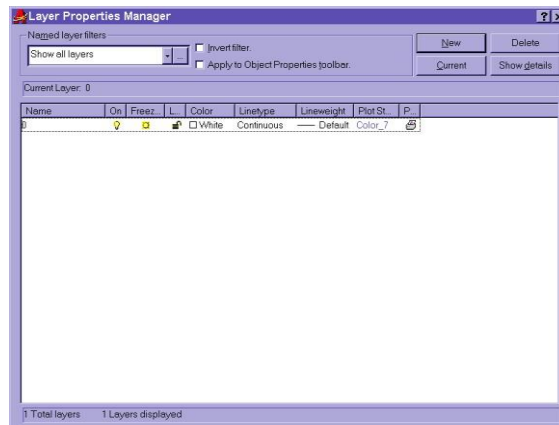


Рисунок 12 – Діалогове вікно для створення шарів

Якщо лінії необхідного типу немає у списку, то її необхідно попередньо завантажити, для чого увійти у меню **Format (Формат)** та обрати **Linetype (Обрати тип лінії)**. У діалоговому вікні, що з'явиться при цьому, слід обрати опцію **Load (Завантажити)** та обрати необхідні типи ліній.

Основні прийоми роботи в середовищі AutoCAD

Середовище **AutoCAD** найчастіше використовується для створення двовимірних креслень. Але перш, ніж виконувати креслення, слід спочатку створити зображення майбутньої деталі. Для цього використовуються команди креслення **Draw (Рисувати)** для створення так званого образу зображення та команди редагування **Modify (Модифікувати)** для доведення його до кінцевого стану.

Для креслення найчастіше застосовуються команди:

- команда **XLINE**  (**конструкційна пряма**) – для виконання осевих та допоміжних ліній, найчастіше використовуються v – вертикальна, h – горизонтальна, o – подібна (на заданій дистанції), a – під заданим кутом;
- команда **LINE**  (**відрізок**) – для виконання основних та допоміжних ліній. Положення відрізків задається за двома точками, при цьому положення початкової точки можна задавати абсолютними координатами, або за допомогою прив'язок до елементів існуючого зображення, положення кінцевої точки – аналогічно, або відносними координатами (відносно початкової точки);
- команда **PLINE**  (**полілінія**) – аналогічна попередній команді, але вона дозволяє отримувати складне зображення з ряду відрізків, дуг, або сплайнів як єдиний об'єкт, при цьому для створення замкнених зображень замість координат точки, що замикає зображення слід вводити c – замкнути. Крім того, ця команда дозволяє отримувати лінії заданої товщини (товщина може мінятися протягом ліній, що дозволяє отримувати, наприклад, стрілки);
- команда **SPLINE**  (**сплайн**) – дозволяє отримувати довільні (непрямі) елементи зображення;
- команди **CIRCLE** , **ELLIPS** , **POLYGON**  (багатокутник) описаний навколо кола c або уписаний у нього i,
- RECTANG**  (**прямокутник**) дозволяють отримувати зображення

відповідних елементів креслення;

- команди **TEXT** (текст), **MTEXT**  (мультитекст), **DTEXT**  (політекст) дозволяють виконувати, відповідно, звичайний однолінійний текст (з завданням початкової точки, висоти шрифту, кута нахилу та стилю), багатолінійний текст (з завданням поля тексту, висота шрифту при цьому залежить від розмірів поля та об'єму напису), багатолінійний текст (з переносом рядків).

Для редагування зображень найчастіше застосовуються команди: □ команда **COPY**  (**копіювати**) – дозволяє скопіювати один або декілька елементів зображення та додати їх у будь – яке місце креслення. Початковий об'єкт при цьому зберігається. У діалозі треба задати елементи об'єкта, які потрібно скопіювати, базову точку вставки (за якою об'єкт вставлятиметься на інше місце) та точку, в яку об'єкт вставлятиметься. Якщо у діалозі обрати **Multiple (m)**, то за допомогою цієї команди об'єкт можна копіювати багато разів; □ команда **MOVE**  (**перенести**) – діє аналогічно попередній команді, але об'єкт видаляється з початкового місця та переноситься у інше;

- - команда **ROTATE**  (**обертання**) – використовується для зміни положення елементів зображення; обертання виконується відносно обраної точки на заданий кут. Напрямки обертання: позитивний кут – проти годинної стрілки, від'ємний – поза. Напрямки обертання можна змінити у **Advanced Setup (Детальна підготовка)** за допомогою **МАЙСТРА**;
- - команда **MIRROR**  (**дзеркальне відображення**) – дозволяє отримувати дзеркальне зображення одного або декількох елементів об'єкта, при цьому задаються координати осі обертання (безпосередньо або за допомогою прив'язок до елементів існуючого зображення). Команда завершується вибором опції **Delete old objects (Видалити попередній об'єкт)**, на який за умовчанням можна відповісти **N (ні)**. Якщо ж об'єкт треба видалити, слід набрати **Y (так)**;
- - команда  **OFFSET (подоба)** – дуже зручна команда, якщо треба скопіювати зображення (в тому числі й складне) зі збільшенням або зменшенням масштабу. Цю команду можна використовувати також для копіювання відрізків ліній на задану дистанцію (аналогічно команді **XLINE** - о) та створення концентричних кіл. Задається об'єкт копіювання, дистанція, на яку треба скопіювати (відстань між рівнобіжними лініями зображень, для концентричних кіл - це різниця між радіусами) та напрямок копіювання;
- команда **ARRAY**  (**масив**) дозволяє виконувати складне багаторазове копіювання об'єктів, якщо вони розташовані з постійною дистанцією лінійною (за горизонталлю, вертикаллю) або кутовою. Відповідно до цього масив буває прямокутний (**Rectangular**), або полярний (**Polar**). Під час виклику цієї команди з'являється діалогове вікно, у якому слід задати: вид масива, дистанцію копіювання.

Вид діалогових вікон роботи з масивами наведений на рис. 13, 14.

При роботі з прямокутним масивом (**Rectangular Array**) слід задати кількість копій за рядками (**Rows**) та стовбцями (**Columns**), дистанції між копіями у рядках та стовбцях, а також кут оберт усього масиву при копіюванні (**Angle of array**). Після цього слід вказати об'єкт копіювання (**Select objects**) (рис.13).

При роботі з полярним масивом (**Rectangular Array**) слід задати координати центральної точки (полюса). Кількість копій можна задавати декількома методами. Якщо обрати **Total number of**

items □ **Angle to fill**, то задається загальна кількість ітерацій та загальний кут масива. Якщо обрати **Total number of items □ Angle between items**, то задається загальна кількість ітерацій та кут між ітераціями. Якщо обрати **Angle to fill □ Angle between items**, то задається загальний кут масива та кут між окремими ітераціями. Включена опція **Rotate items as copied** дозволяє обертати копію відносно полюса. Після цього слід вказати об'єкт копіювання (**Select objects**) (рис. 14).

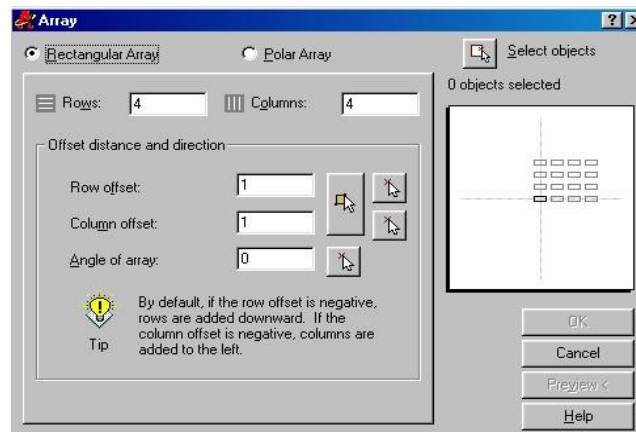


Рисунок 13 – Діалогове вікно завдання параметрів прямокутного масиву.

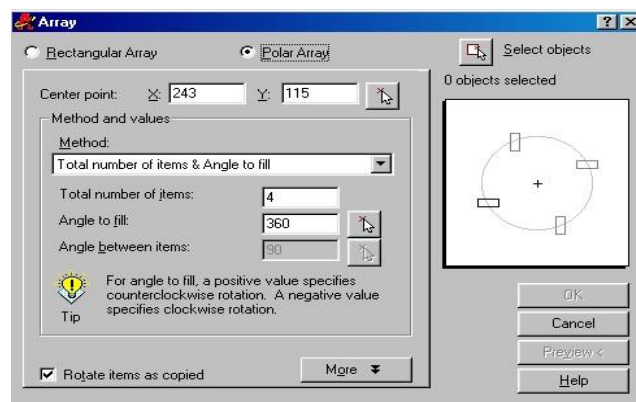


Рисунок 14 – Діалогове вікно завдання параметрів полярного масиву.

- команда **TRIM**  (**вирівняти, обрізати**) дозволяє обрізати залишки ліній зображення, використовується дуже часто. У діалозі слід по-перше задати лінії, за допомогою яких буде проводитись відрізка, а потім – лінії, які треба відрізати;
- команда **EXTEND**  (**витягнути**) дозволяє дотягнути лінію до заданої лінії або контуру. У діалозі слід по-перше задати лінії (контури), до яких слід витягувати, а потім – лінії, які треба витягнути;
- команда **FILLET**  (**скруглення**) дозволяє отримати скруглення заданого радіуса між лініями, що перетинаються. Якщо радіус скруглення відрізняється від встановленого за змовчанням, то в діалозі слід спочатку задати його, обравши **Radius r**. Крім того, можна попередньо задати **Trim (відрізати)** або **No trim (не відрізати)**. В першому випадку частини ліній поза скругленням будуть видалені, у другому – ні. Після цього слід задати дві лінії перетину, між якими виконується скруглення;

- команда **CHAMFER**  (**фаска**) дозволяє отримати фаску заданого розміру між лініями, що перетинаються. В діалозі можна задати: проекції фаски на горизонталь та вертикаль d або кут фаски α (при цьому спочатку задається проекція на горизонталь, потім кут). Тут також можна попередньо задати Trim (відрізати) або No trim (не відрізати). Аналогічно попередній команді після завдання параметрів фаски слід задати дві лінії перетину, між якими вона виконується;
- команда **EXPLODE**  (**руйнування блока**) використовується, якщо потрібно редагувати суцільний об'єкт (наприклад, створений за допомогою команди **PLINE**, або раніше створений блок). В цьому випадку редагування елементів неможливе, необхідно обрати команду та об'єкт руйнування, після чого він розпадається на окремі елементи;
- команда **ERASE**  (**знищити**) використовується для видалення елементів зображення аналогічно кнопці **Delete** на клавіатурі;
- команда **HATCH**  (**штриховка**) дозволяє отримувати різні види штриховки замкнених контурів за допомогою шаблонів або паралельними лініями з заданими дистанцією та кутом нахилу. Після виклику команди з'являється діалогове вікно, вид якого наведений на рис. 15.

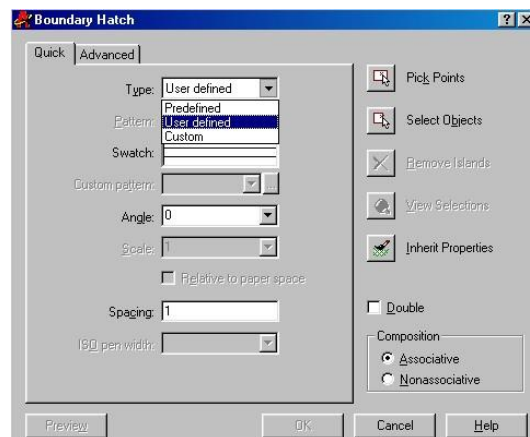


Рисунок 15 – Діалогове вікно параметрів штриховки

У цьому вікні можна обрати тип штриховки (за шаблоном – **Predifined**, або користувальницьку – **User defined**), задати тип шаблону, кут оберту, масштаб, для користувальницької – дистанцію між лініями та її вигляд – одиночна або подвійна (**Double**). На закладці **Advanced** (рис. 16) можна вибрати варіант штрихування декількох замкнених контурів. Задавши параметри, слід обрати об'єкт штриховки (замкнений контур) точкою усередині контура, або рамкою.

Після створення зображень видів деталі слід проставити її розміри. Для цього слід використовувати команди з інструментальної панелі **Dimension** (Величини).

Найчастіше використовувані команди, що застосовуються для простановки розмірів:

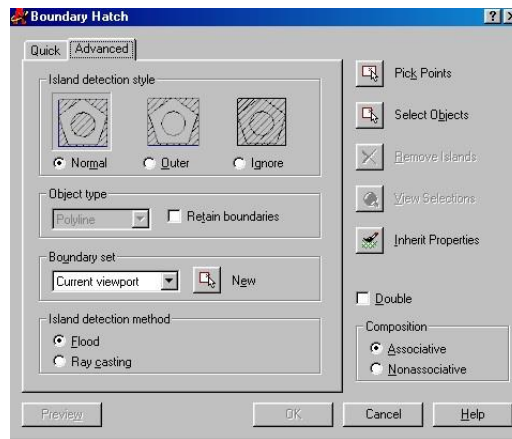


Рисунок 16 – Діалогове вікно штриховки декількох замкнених контурів

- ☐ команда **DIMLINEAR**  (лінійний розмір) для простановки розмірів лінійних горизонтальних та вертикальних поверхонь;
- ☐ команда **DIMALIGNED**  (паралельний розмір) для простановки розмірів довільних поверхонь;
- ☐ команда **DIMANGULAR**  (кутовий розмір) для простановки розмірів кутів;
- ☐ команда **DIMDIAMETER**  (діаметр) для простановки діаметрів (тільки на колах);
- ☐ команда **DIMRADIUS**  (радіальний розмір) для простановки радіусів дуг.

Якщо розміри задаються від однієї бази, можна використовувати

команду **DIMBASELINE**  (базовий розмір), якщо ланцюжком - **DIMCONTINUE**  (розмірний ланцюг).

Для створення виносних елементів на цій же панелі передбачена команда **LEADER**  (виноска). Перед початком простановки розмірів слід попередньо задати їх стиль.

Різні елементи зображень рекомендується виконувати у різних шарах. Так, слід виконувати у різних шарах лінії основного контура, допоміжні, осьові, розмірні, написи, штриховку, тощо. Крім того, можна створювати у різних шарах різні види деталі.

При виконанні зображень зручно використовувати користувальницьку систему координат. Ця

команда має вигляд **UCS** або викликається зі стандартного меню  - о. Після цього можна задати будь-яку точку креслення як початок координат. Найзручніше задавати початок координат у перетинах осьових ліній, будь-якому куті зображення, тощо.

Примітка. Користувальницьку систему координат можна багаторазово міняти протягом роботи.