Ćwiczenie nr 5 i 6 - Modyfikacja elementów

Materiały do kursu

Skrypt "CAD – AutoCAD 2D" strony: 69-85

Modyfikacja obiektów graficznych

Zaletą programu AutoCAD są polecenia edycyjne, wśród których można wyróżnić przekształcenia geometryczne realizujące matematyczne operacje przekształceń liniowych przestrzeni, np. translacje, obrót, konstrukcyjne, nie tylko modyfikujące obiekty, ale również tworzące nowe (wśród nich wyróżnia się podklasę poleceń powielających) oraz polecenia edycyjne dostosowane indywidualnie do różnych typów obiektów.

Przekształcenia geometryczne

Przesuń (_move)

To polecenie realizuje translację o wektor. Wektor ten definiuje się przez podanie dwóch punktów, tj. początku i końcu wektora, lub przez podanie jego składowych (v_x , v_y). Jeżeli zachodzi potrzeba przesunięcia określonych obiektów tak, aby konkretny ich punkt A znalazł się w określonym miejscu B, np. nasunięcie luku na okrąg tak, aby ich środki się pokryły, to wektor definiuje się przez dwa punkty wskazując najpierw punkt A (środek luku), a potem B (środek okręgu). W drugim przypadku, na pytanie o punkt pierwszy należy podać współrzędne wektora oddzielone przecinkiem, a na pytanie o drugi wcisnąć ENTER.

Obróć (_rotate)

To polecenie wykonuje obrót obiektów o zadany kąt φ wokół wskazanego punktu O. Jeśli nieznana jest wartość kąta obrotu, a znana jest końcowa orientacja obiektu, np. należy sprowadzić do pionu prostokąt narysowany pod nieznanym kątem, to można posłużyć się opcją **Odniesienie**. Po jej wyborze trzeba podać kąt odniesienia α , wskazując dwa punkty A i B wyznaczające ramię za które będzie trzymany obiekt w trakcie obrotu. Wówczas kąt zawarty miedzy osią X sprowadzoną od punktu A oraz odcinkiem AB jest kątem odniesienia α .

Skala (_scale)

To polecenie realizuje jednokładność obiektów względem wybranego punktu A o określoną wartość skali *n*. Skala musi być dodatnia. Polecenie to zmienia rozmiary wybranych obiektów. Podanie n < 1 pomniejsza, zaś n > 1 powiększa przekształcane obiekty. Jeżeli skala przekształcenia jest nieznana, a znane są rozmiary końcowe, to można posłużyć się opcją **Odniesienie**. Po jej wyborze podaje się wartość odniesienia *m* albo wskazuje na ekranie dwa punkty (odległość między nimi będzie uznana jako wartość *m*). Po takim zabiegu podanie skali *n* (przez liczbę lub dwa punkty) spowoduje przeskalowanie obiektu o wartość n/m.

Lustro (_mirror)

Tym poleceniem realizuje się symetrię osiową wybranych obiektów względem prostej. Standardowo polecenie to tworzy lustrzaną kopię obiektów w odbiciu względem prostej, a właściwie pionowej plaszczyzny, której śladem jest ta prosta. Oś odbicia definiuje się, wskazując jej dwa dowolne punkty. Jeśli na pytanie: "Wymazać wskazane obiekty?" odpowie się: "Tak", to efektem polecenia będzie "lustrzane" przerzucenie obiektów na drugą stronę prostej.

Wyrównaj (_align)

To polecenie realizuje dwa przekształcenia jednocześnie: translację i obrót (rys. 1). Dodatkowo, ale tylko na plaszczyźnie, możliwe jest wykonanie trzeciego przekształcenia, czyli skalowania. W czasie polecenia wskazuje się trzy punkty źródłowe A, B i C oraz trzy docelowe A', B' i C'. W plaszczyźnie wprowadza się tylko dwie pary punktów A, B oraz A', B' (w odpowiedzi na pytanie o trzeci punkt źródłowy należy wcisnąć ENTER). W tym poleceniu wektor AA' określa translację, kąt między odcinkami AB i A'B' określa obrót, a stosunek długości odcinków A'B'/AB skalę.



Rys. 1. Działanie polecenia **wyrównaj**: a) pozycja wyjściowa, wskazanie punktów dopasowania: źródłowych A i B oraz docelowych A' i B', b) efekt końcowy ze skalowaniem, c) efekt końcowy bez skalowania

Rozciągnij (_stretch)

Efekty tego polecenia są podobne do efektów osiąganych za pomocą polecenia **przesuń** z tą tylko różnicą, że działa wyłącznie na te kluczowe punkty obiektów, które w czasie wskazywania znajdowały się **wewnątrz** okna wyboru. Po wydaniu polecenia powinno się wskazać obiekty opcją **prZeciecie**. Okno lub wielobok wyboru powinien być rysowany linią przerywaną.



Rys. 2. Działanie polecenia rozciągnij

Na rysunku 2 w oknie wyboru znajdują się trzy punkty zaznaczone krzyżykami. W efekcie tylko one są przesuwane podczas rozciągania, a pozostale punkty obiektu nie zmieniają położenia. To powoduje rozciąganie luku oraz tego segmentu, który w czasie wyboru był przecięty oknem wyboru. Odcinki, które w czasie wyboru były zawarte całkowicie w oknie wyboru, są przesuwane.

Edycja uchwytami

Jest to specjalny tryb edycji umożliwiający realizację jednego z poleceń: **przesuń, rozciągnij, obrót, lustro** i **skala**. Aby go użyć, należy w trybie oczekiwania na polecenie wybrać obiekty. Spowoduje to ich zaznaczenie oraz ujawnienie ich uchwytów (niebieskie prostokąciki lub groty). Kolejnym krokiem jest umieszczenie kursora nad jednym z uchwytów i kliknięcie lewym przyciskiem myszy. Wybrany kursor zmieni kolor na czerwony i od tego momentu aktywne staje się polecenie **rozciągnij**, które umożliwia przesuniecie wybranego punktu lub punktów, jeżeli w tym samym miejscu spotkają się końce innych wybranych obiektów. Uchwyty w kształcie grotów powodują zmianę określonego parametru definiującego obiekt, tzn. kąta, długości, promienia.

Wyboru polecenia edycyjnego dokonuje się z menu kontekstowego lub SPACJĄ, której każde wciśnięcie przełącza cyklicznie polecenia w kolejności: ... rozciągnij, przesuń, obrót, skala, lustro, ... (nazwa aktywnego polecenia jest wyświetlana w linii poleceń, np. ** SKALA **).

Polecenia konstrukcyjne

Charakterystyczną cechą tych poleceń jest to, że umożliwiają nie tylko modyfikowanie obiektów, ale również tworzenie nowych. Niekiedy łączy się to ze zmianą typu obiektu. Na przykład ucięcie okręgu powoduje jego zamianę na luk. Do tej klasy poleceń należą też polecenia powielające, którymi nie można dokonać żadnych modyfikacji, a jedynie utworzyć nowe obiekty na bazie zbioru wyboru.

Zaokrągl (_fillet)

Polecenie to umożliwia **tworzenie nowego łuku** w taki sposób, że wpisuje się on stycznie do dwóch wskazanych obiektów. Dodatkowo obiekty te (z wyjątkiem okręgów i elips) są odpowiednio wydłużane lub skracane w celu gładkiego połączenia z utworzonym lukiem. Obiektami tymi mogą być linie, luki, okręgi, elipsy i splajny. Wszystkie obiekty muszą być utworzone w jednej płaszczyźnie konstrukcyjnej. Polecenie umożliwia ustalenie za pomocą opcji **pRomień** promienia zaokrąglenia R, który obowiązuje dopóty, dopóki nie dokona się jego powtórnej zmiany. Opcją **Polilinia** można zaokrąglić od razu wszystkie narożniki wskazanej polilinii, natomiast opcją **Utnij** można ustalić, czy zaokrąglane obiekty są modyfikowane, czy nie.

Fazuj (_chamfer)

Polecenie to służy do **tworzenia nowego odcinka**, którego pierwszy koniec jest ulokowany w odległości *F1*, a drugi w odległości *F2* od rzeczywistego lub hipotetycznego punktu przecięcia dwóch odcinków lub segmentów liniowych polilinii. Odcinki lub segmenty liniowe polilinii są dodatkowo odpowiednio wydłużane lub skracane tak, aby utworzony odcinek łączył się z nimi swoimi końcami. Odległości *F1* i *F2* ustala się opcją **Fazy**. Opcją **Polilinia** można sfazować jednocześnie wszystkie narożniki wskazanej polilinii, natomiast opcją **Utnij** można ustalić, czy fazowane linie są modyfikowane, czy nie. Dodatkowo opcja **kąT** służy do fazowania na podstawie *F1* oraz kąta α , tzn. kąta między tworzoną linią a pierwszym obiektem. *F2* jest wówczas wyliczana automatycznie. Należy pamiętać, że F1 jest odmierzana na pierwszej wskazanej linii, natomiast odległość F2 na drugiej, dlatego kolejność wskazywania jest istotna.

Odsuń (_offset)

Poleceniem tym tworzy się tzw. kopię równoległą obiektów. Nadaje się ono do rysowania rurociągów lub modelowania obiektów o określonej grubości. Cechą kopii obiektu jest to, że odległość każdego jej punktu od oryginału jest jednakowa i równa ustalonej odległości odsunięcia *d*.

Kopia równoległa nie jest identyczna z oryginałem. Różnice ujawniają się w elementach krzywoliniowych, np. odsunięcie łuku tworzy nowy luk o tym samym kącie rozwarcia, ale o promieniu odpowiednio większym lub mniejszym o *d* w zależności od wybranej strony odsunięcia.

Przerwij (_break)

Polecenie to umożliwia wycięcie fragmentu linii z określonego obiektu geometrycznego, zawartego między dwoma wskazanymi punktami. W czasie realizacji polecenia należy wskazać najpierw pojedynczy obiekt do przerwania, a następnie drugi punkt. Standardowo za pierwszy punkt przerwania uważa się miejsce, w którym dotknięto kursorem obiekt. Jeżeli miejsce dotknięcia obiektu nie miało być punktem przerwania, to trzeba wybrać opcję **Pierwszy**, aby powtórnie wprowadzić pierwszy punkt przerwania. Oba wskazywane punkty nie muszą leżeć na przerywanej linii. Przerwanie dokonywane jest zawsze między prostopadłymi rzutami tych punktów na linię

Utnij (_trim)

To polecenie działa podobnie jak **przerwij**, przy czym punktami przerwania są miejsca przecięcia (lub styku) wskazywanych obiektów z liniami obiektów, które zostały wybrane jako krawędzie tnące. W czasie polecenia na początku należy utworzyć zbiór wyboru, który zawiera obiekty będące krawędziami tnącymi (koniec wyboru należy zaznaczyć klawiszem ENTER), a następnie pojedynczo wskazać te fragmenty linii obiektów, które mają być odrzucone. Wciśniecie klawisza ENTER bez wskazania obiektów będzie oznaczać, że zbiorem krawędzi tnących jest cały rysunek. Warto pamiętać, że obiekty tnące też mogą być cięte. Wskazywanie obiektów z wciśniętym klawiszem SHIFT powoduje ich wydłużanie do zaznaczonych krawędzi i wówczas polecenie działa tak samo jak polecenie **wydłuż**.

Połącz (_join)

Polecenie to umożliwia zamianę dwóch lub więcej obiektów typu linia/łuk (współliniowych lub częściowo pokrywających się) w jeden obiekt z usunięciem fragmentów pokrywających się.

Usuńpowielone (_overkill)

Polecenie o podobnym działaniu do polecenia **połącz**. Umożliwia usunięcie powielających się/ nachodzących na siebie obiektów i zastępuje je jednym obiektem wynikowym

Powielanie obiektów

Wielokrotne wykorzystanie już narysowanych obiektów, np. śrub, króćców, umożliwia powielanie obiektów wykonywane za pomocą poleceń **kopiuj**, **szyk** oraz edycją uchwytami. Odmianą polecenia służącego do powielania jest też polecenie **lustro**. Należy pamiętać, że polecenia tego typu powinno się wydawać dopiero po całkowitym zakończeniu rysowania oryginału.

Kopiuj (_copy)

Polecenie **kopiuj** działa prawie identycznie jak polecenie **przesuń**. Różnica polega jedynie na tym, że działa na kopiach wybranych elementów. Kopiując elementy, podajemy zawsze przesunięcie względem oryginału.

Kopiowanie za pomocą edycji uchwytami wymaga użycia włączenia opcji Kopiuj. Przewagą tego sposobu nad poleceniem kopiuj jest to, że kopie nie są tylko równoległym przesunięciem oryginału o pewien wektor, ale mogą być w stosunku do oryginału dodatkowo obrócone, przeskalowane lub stanowić jego odbicie lustrzane. W poleceniach skala i obróć jest opcja Kopiuj umożliwiająca utworzenie odpowiednio przekształconej kopii modyfikowanych obiektów bez zmiany oryginałów.

Szyk (_array)

Polecenia **szyk** umożliwia wykonanie dowolnej liczby kopii, o ile kopie mają być rozmieszczone w sposób regularny. Są dwa podstawowe rodzaje szyku: prostokątny, w którym kopie są rozmieszczone równomiernie wokół określonego punktu, np. zęby w kole zębatym. Od wersji 2012 dodatkowo dostępny jest szyk wzdłuż ścieżki. Po wyborze odpowiedniej wersji polecenia należy kolejno wskazać obiekty a następnie wprowadzić parametry polecenia. Od wersji 2012 grupa obiektów utworzona poleceniem **szyk** jest standardowo jednym obiektem (szyk zespolony) z możliwością zmiany parametrów danego szyku po jego wykonaniu. Polecenie to zastępuje "starą wersję" polecenia tworzącego jedynie kopie obiektów w porządku prostokątnym lub biegunowym bez zapamiętania parametrów kopiowania, a tym samym bez możliwości modyfikacji parametrów dotyczących elementów szyku. "Stara wersja" polecenia jest dostępna za pomocą polecenia **arrayclassic** (wersja polska od v. 2013 **szykklas**). Obiekt typu szyk zespolony może być modyfikowany przez edycję za pomocą uchwytów, dodatkową kartę edycji szyku lub okna **Szybkie właściwości**. Obiekt ten może być też zamieniony w zbiór pojedynczych obiektów pole-

ceniem rozbij.

Edycja geometrii i cech obiektów

Do zmiany geometrii obiektów poprzez manipulowanie ich danymi geometrycznymi, np. charakterystycznymi punktami, wymiarami, a także na zmianę cech obiektów, np. przynależności do warstwy, koloru, wzoru linii, potrzebna jest grupa poleceń określana jako edycja geometrii i cech obiektów. Do niektórych obiektów, np. splajnu, polilinii, kreskowania czy tekstu, odnoszą się specjalnie dedykowane im polecenia służące do ich edycji i uwzględniające ich specyficzny charakter. Polecenia te są dostępne w menu wstążkowym **panel modyfikuj /karta Narzędzia główne**. Można je też wywoływać z menu kursora po dokonaniu wyboru pojedynczego obiektu.

Zmiany geometrii

Wydłuż (_extend)

Polecenie **wydłuż** umożliwia wydłużenie linii obiektu do miejsca określonego hipotetycznym punktem przecięcia się tego obiektu z najbliższą krawędzią, tj. linią należącą do jakiegoś obiektu ze zbioru wyboru. Najpierw wskazuje się zbiór wyboru obiektów tworzących krawędzie, do których będą wydłużane obiekty (**Wybierz krawędzie obwiedni ...**), a następnie obiekty do wydłużenia. Należy wskazywać je bliżej tego końca, który ma być wydłużony. Wskazywanie obiektów z przyciśniętym klawiszem SHIFT powoduje ich ucinanie zaznaczonymi krawędziami i działanie polecenia takie samo, jak w przypadku polecenia **utnij**.

Przedłuż (_lenghten)

Dzięki Poleceniu **przedłuż** realizuje się zarówno wydłużenie, jak i skrócenie. Po wydaniu polecenia podaje się sposób jego realizacji i tak **przyrosT** oznacza zmianę o określoną wartość (ujemną lub dodatnią); **Procent** oznacza zmianę długości obiektu poprzez określenie procentu jego całkowitej długości, np. 50 oznacza skrócenie do połowy, a 150 wydłużenie o 50%; **Całkowita** oznacza zmianę długości wybranego obiektu przez podanie jego nowej całkowitej długości; wreszcie **dYnamicznie** zmienia długość wybranego obiektu w wyniku przeciągania jego końca myszą.

Edycja właściwości obiektów

Właściwości (_properties)

Polecenie **Właściwości** jest uniwersalnym poleceniem (we wcześniejszych wersjach występujące jako **cechy)** umożliwiającym zmianę dowolnego parametru opisującego dany obiekt. Po wydaniu polecenia pokazuje się okno dialogowe, w którym można dokonywać zmian jego parametrów geometrycznych (sekcje **Geometria**), graficznych (sekcje **Ogólne**) oraz innych (sekcje **Różne**) w zależności od charakteru obiektu. Dostępna jest uproszczona wersja tego polecenia aktywowana przez wybór opcji **SW** (Szybkie Właściwości) na pasku stanu programu. Umożliwia zmianę przynależności do warstwy, a w wersji rozszerzonej dostępnej przez najechanie kursorem na lewy lub prawy brzeg okna, np. promienia luku.

Ćwiczenie nr 5 i 6 - Zadania do wykonania

Uwaga Proszę nie nanosić wymiarów

Zestaw A

- Narysuj prostokąt o bokach 100 i 200. W dowolnych dwóch wierzchołkach prostokąta wykonaj zaokrąglenia, jedno o promieniu 30, a drugie o promieniu 10. W dwóch pozostałych wierzchołkach wykonaj fazowanie. Wymiary faz powinny wynieść 10 w poziomie i 20 w pionie oraz 30 (w poziomie) pod kątem 30°.

a)

2. Narysuj okrąg i dwie linie (rys. a). Promień okręgu powinien wynieść 20, położenie linii może być dowolne.

Za pomocą polecenia **Utnij** uzyskaj widok jak na rysunku b.

- 3. Poleceniem **kopiuj** utwórz 3 kopie elementu z zadania 2 rozmieszone w odległości 100 jednostek od siebie.
- Narysuj linię o długości 100 pod kątem 25°. Poleceniem odsuń wykonaj jej kopię odległą od linii o 30 jednostek
- Narysuj dwa trójkąty, których boki są parami równoległe i odsunięte od siebie o 22,12. Wskazówka: po wyznaczeniu położenia wierzchołków większego trójkąta narysuj go poleceniem plinia. Wewnętrzny trójkąt uzyskaj, stosując polecenie odsuń. Odległość odsunięcia powinna wynieść 22,12.



6. Narysuj element zgodnie z rysunkiem. Stosując polecenia **Obrót** i **Skala** uzyskaj rysunek docelowy. Zastosuj różne punkty skalowania i sposoby podania współczynnika skali. Dla kształtu po prawej punkt skalowania jest to punkt przecięcia łuku i osi (skala wynosi 0.5), dla kształtu po lewej środek symetrii podstawy elementu (współczynnik skali jest podany przez odniesienie –wymiar docelowy 80)





 Narysuj linię pod dowolnym kątem o długości 60 i kwadrat o boku 50 (rys. a).

Następnie przeksztalć go tak, aby długość przekątnej kwadratu odpowiadała długości linii. Do przeksztalcenia zastosuj polecenie **wyrównaj.**

Wskazówka: po wywołaniu polecenia wskaż najpierw kwadrat jako obiekt poddawany edycji, a następnie kolejno wierzchołek kwadratu, koniec linii, drugi przeciwległy wierzchołek kwadratu i drugi koniec linii jako punkty źródłowe i docelowe. Na koniec wybierz skalowanie.



a) przed poleceniem

b) po poleceniu

8. Za pomocą polecenia **szyk** utwórz pokazane obok rysunki.

Polecenie **szyk** wykonywać przy ustawieniu warstwy 0 lub innej przeznaczonej na linie główne jako aktualnej.

Do szyku wybrać jednocześnie : okrąg oraz jego osie/oś symetrii.

Przy szyku kołowym jako pierwszy narysuj okrąg R100, którego środek jest środkiem szyku. Kolejno narysuj okrąg podziałowy (R75) – na warstwie dla osi i jeden z okręgów \$\$000 oraz oś okręgu.





Zestaw B

1. Narysuj przebieg pasa nawiniętego na koła

 $D = 60 \text{ mm i } D = 10 \text{ mm według podanych wymia$ rów. Lewy łuk połącz gładko (stycznie) z odcinkami.Rozpocznij od rysowania okręgu o średnicy 60, następnie narysuj dwa odcinki od punktu leżącego 185jednostek rysunkowych na prawo od środka okręgu istycznie do niego.

Wytnij niepotrzebny fragment okręgu (polecenie utnij lub przerwij). Prawy łuk narysuj poleceniem zaokrągl.

Narysuj rzut z góry prostokątnej płytki o wym. 100 x 200 mm.

Zaokraglij wszystkie narożniki promieniem R = 15 mm.

W narożnikach płytka ma nawiercone otwory o średnicy 20 mm w odległości 15 mm od obu krawędzi płytki.

Wykonaj półkoliste (promień 10 mm) wycięcia na środku każdej krawędzi.

W zadaniu zastosuj polecenia: linia, okrąg, kopiuj, utnij, zaokrągl.

3. Narysuj kołnierz pokazany na rysunku (narysuj połowę kołnierza, a następnie skorzystaj z polecenia **lustro**).

Wykonaj rzut kołnierza z góry, rozmieść na średnicy podziałowej 8 otworów ¢26 pod śruby. Zastosuj polecenie **szyk**.

Oba rzuty muszą znajdować się na wspólnej osi.

Rysunku nie należy wymiarować. Wymiary podane są tylko na potrzeby utworzenia rysunku.

Zapisz rysunek, będzie użyty w następnych zadaniach.







4. Narysuj nakrętkę sześciokątną o wymiarach pokazanych na rysunku. Elementy rysuj z uwzględnieniem możliwości zastosowania odbicia lustrzanego.

Rozpocznij od narysowania (rys. a) nakrętki w II stopniu uproszczenia w widoku z góry, a następnie przejdź do rysowania widoku czołowego.

Fazy na obu powierzchniach czołowych nakrętki wykonaj pod kątem 30°. Wymiar fazy uzyskaj z dolnego rzutu nakrętki.

Do narysowania łuków użyj polecenia łuk z opcją pRomień.



Następnie narysuj nakrętkę w położeniu pokazanym na rysunku b).

Z widoku dolnego na rysunku a) uzyskaj widok b) za pomocą polecenia kopiowania i obrotu sześciokąta w uzyskanej kopii.

Widok górny na rysunku b) uzyskaj na podstawie narysowanych elementów z rysunku a) i widoku dolnego z rysunku b).

Istnieje możliwość odbicia lustrzanego połowy elementu.

Łuki widoczne na rysunku b) rysuj metodą **3P** (przez trzy punkty).

Użyj poleceń: okrąg, wielobok, linia, łuk, kopiuj, obrót, lustro.

Zapisz rysunek

5. Wykorzystując nakrętkę z zadania poprzedniego, narysuj śrubę o wymiarze M22 pokazaną na rysunku. Zastosuj polecenie **skala**.



Zapisz rysunek

 Narysuj rysunek złożeniowy połączenia kolnierzowego (w przekroju) – na rysunku pokazany bez nakrętek i podkładek pod nakrętkami.

Użyj kołnierz z zadania 3 oraz nakrętkę i śrubę z zadań 4 i 5. Uszczelnienie i podkładki wykonać samodzielnie.

Pomiędzy powierzchniami kolnierzy umieść uszczelnienie spoczynkowe o grubości 2 mm i wymiarach Ø153 x Ø113. Uszczelnienie pokazać w przekroju.

Pomiędzy nakrętką a kołnierzem umieścić podkładkę o grubości 1,5 mm oraz średnicy zewnętrznej Ø46. Podkładkę pokazać w zwykłym widoku – tj. bez przekroju, średnica wewnętrzna nie jest potrzebna

Zwrócić uwagę na konieczność usunięcia fragmentów śrub zasłoniętych przez podkładki i nakrętki

Użyć poleceń: kopiuj, lustro, utnij.



7. Wykonaj rysunki



Profil poniżej składa się z czterech łuków R40 i czterech łuków R10. Rysunek rozpocząć od narysowania łuku R40 rozpiętego na cięciwie o długości 50.

Zastosować polecenia szyk biegunowy i zaokrągl.



 Zaprojektuj dno eliptyczne na zbiornik o średnicy wewnętrznej 250 mm i o grubości 5 mm. Głębokość dna (jeden z promieni elipsy) wynosi 80 mm. Pokaż jego przekrój poprzeczny. Zastosuj polecenia: elipsa oraz odsuń.



 Zaprojektuj dno sitowe o Ø 451 mm na pęczek rur o średnicy zewnętrznej 10mm rozmieszczonych w prostokątnej siatce o podziałce 20 mm. Odległość rurek od ścianek zbiornika nie może być mniejsza niż 10 mm. Policz liczbę rurek w dnie. W wersji II rurki rozmieszczone są w siatce heksagonalnej o podziałce 25 mm)



Wygląd dna sitowego

Siatka heksagonalna oparta na trójkącie równobocznym o boku równym podziałce. Aby ją narysować trzeba dwa razy zastosować polecenie **szyk** prostokątny.