

Materiały pomocnicze do projektowania TBM

Oprac. Jerzy Z. Sobolewski

Rozdz. 1. Projektowanie odlewów i odkuwek

Rozdz. 2. Projektowanie uchwytów specjalnych do obróbki skrawaniem

Rozdz. 3. Projektowanie tłoczników

Spis treści rozdz. 1

1.1. Projektowanie odlewów.....	Str. 2
1.1.1. Żeliwa szare.....	2
1.1.2. Rysunek surowego odlewu.....	2
1.2. Projektowanie odkuwek.....	5
1.2.1. Naddatki na obróbkę skrawaniem.....	5
1.2.2. Przykład wykonania rysunku odkuwki.....	6

1.1. Projektowanie odlewów

1.1.1. Żeliwa szare

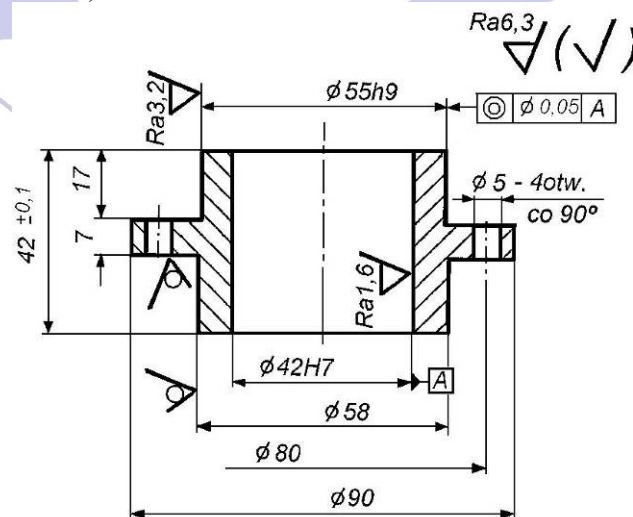
Najbardziej rozpowszechnionym odlewniczym stopem żelaza jest żeliwo szare, w którym cały węgiel (ponad 2%) lub znaczna jego część występuje w postaci wolnej w formie płatków grafitu. Powszechność stosowania odlewów z żeliwa szarego wynika z jego dobrych właściwości użytkowych przy stosunkowo małych kosztach produkcji (małe koszty topienia, bardzo dobre właściwości odlewnicze, mały, około 1%, skurcz odlewniczy, zdolność tłumienia drgań, dobra skrawalność). Żeliwo szare dzieli się, zgodnie z PN-EN 1561:2000, na sześć gatunków, które oznaczamy znakiem EN-GJL- i liczbami 100, 150, 200, 250, 300, 350. Liczby te podają minimalną wytrzymałość na rozciąganie R_m MPa. Materiał może być też oznaczony odpowiednimi numerami np EN-JL1010 (dla żeliwa EN-GJL-100), EN-JL1060 (dla żeliwa EN-GJL350). Żeliwa EN-GJL-100, 150 (ferrytyczne) stosuje się na odlewy handlowe, rury kanalizacyjne, żeliwa EN-GJL-200,300 (ferrytyczno – perlityczne) na cylindry, tłoki, łoża obrabiarek a EN-GJL-350 (perlityczne) stosuje się na silnie obciążone elementy maszyn, korpusy silników, turbin.

|| UWAGA!

Wytrzymałość i twardość żeliwa szarego jest silnie zależna od grubości ścianek odlewu, np. odlew o grubości ścianki 5÷10 mm ma $R_m = 205$ MPa przy twardości 225 HB (Brinella), a odlew o grubości ścianki 20÷40 mm ma $R_m = 155$ MPa przy twardości 155 HB.

1.1.2. Rysunek surowego odlewu

Podstawowym dokumentem do opracowania dokumentacji technologicznej, zwłaszcza do opracowania wymiarów modelu i rdzeni oraz do kontroli odbioru modelu i wykonanego odlewu jest rysunek surowego odlewu. Podstawą do wykonania tego rysunku jest rysunek gotowej części (rysunek 1.1).



Rysunek 1.1. Rysunek gotowej części (piasta sprzęgła)

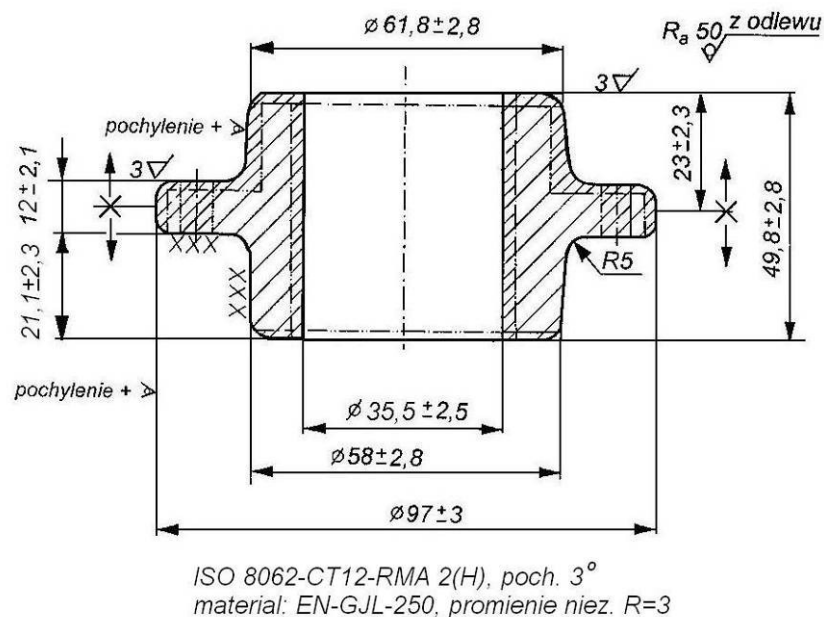
W zależności od materiału części i związanej z wielkością produkcji metody odlewania rysunki surowego odlewu mogą się znacznie różnić. W podanym przykładzie dla celów

dydaktycznych przyjmuje się, że część przedstawiona na rysunku 1.1 jest wykonana z żeliwa szarego (EN-GJL-250).

Na rysunku surowego odlewu powinny być podane najważniejsze informacje i oznaczenia:

- dane rozpoznawcze i oznaczenie gatunku materiału odlewu,
- tolerancje wymiarowe i naddatki na obróbkę skrawaniem,
- oznaczenie powierzchni podziału modelu,
- oznaczenie powierzchni bazowych przy obróbce skrawaniem,
- naddatki technologiczne,
- pochylenia formierskie,
- chropowatość powierzchni,

Na rysunku 1.2 przedstawiono rysunek surowego odlewu utworzony na podstawie rysunku 1.1 gotowej części. Przyjęto założenie, że część jest odlewana w formie piaskowej lub skorupowej. Obrys odlewu przed obróbką zaznaczono linią ciągłą, a linią „-.-” obrys odlewu po obróbce skrawaniem.



Rysunek 1.2. Rysunek surowego odlewu (piasta sprzęgła) wykonany na podstawie rysunku 1.1, xxx – powierzchnie bazowe do 1-szej operacji

Wartość tolerancji wymiarowych, naddatków na obróbkę skrawaniem dla 12 klasy dokładności odlewu (CT12) i stopnia naddatku H podano w tablicy 1.1.

Norma PN-ISO 8062:1997 podaje tylko tolerancje dla odlewów wykonanych do form piaskowych formowanych ręcznie i maszynowo oraz dla formowania skorupowego

|| UWAGA!

Wymiar podstawowy jest to wymiar surowego odlewu przed obróbką skrawaniem (zawierający niezbędny naddatek na obróbkę skrawaniem). Tolerancje odlewu zależą od wymiarów podstawowych surowego odlewu i powinny być **symetryczne**. Wymagany naddatek na obróbkę skrawaniem obowiązuje dla całego surowego odlewu w zależności od największego wymiaru odlewu po obróbce skrawaniem. Dopuszcza się zwiększenie naddatków na górnej powierzchni odlewu do 50% wartości podanych w tablicach.

Na rysunku przyjęto tolerancję wymiarową dla 12 klasy wykonania (CT12), wielkość naddatku na obróbkę (dla największego wymiaru odlewu $F=90$) $RMA=2\text{mm}$ (ang. *Required Machining Allowance*). Poszczególne wymiary powierzchni odlewu (przed obróbką

skrawaniem) oblicza się w zależności od tego, czy obrabiana powierzchnia jest zewnętrzna czy wewnętrzna:

- dla wymiaru zewnętrznego (obie powierzchnie obrabiane):

$$R = F + 2 \cdot RMA + CT/2 \quad (1.1)$$

- dla wymiaru zewnętrznego (jedna powierzchnia obrabiana, druga surowa):

$$R = F + RMA + CT/2 \quad (1.2)$$

- dla wymiaru wewnętrznego (otwór obrabiany):

$$R = F - 2 \cdot RMA - CT/2 \quad (1.3)$$

gdzie:

R – wymiar podstawowy surowego odlewu,
 F – wymiar końcowy po obróbce skrawaniem,
 RMA – wymagany naddatek na obróbkę skrawaniem,
 CT – tolerancja wymiaru odlewu.

Tabela 1.1. Tolerancje dla CT12 i naddatki na obróbkę dla stopnia naddatku H odlewów (fragment PN-ISO 8062:1997)

Wymiar podstawowy surowego odlewu [mm]		Pole tolerancji odlewu [mm]	Największy wymiar odlewu po obróbce [mm]		Naddatki na obróbkę skrawaniem RMA [mm]
powyżej	do (włącznie)	CT12	powyżej	do (włącznie)	H
-	10	4,2	-	40	0,7
10	16	4,4	40	63	1
16	25	4,6	63	100	2
25	40	5	100	160	3
40	63	5,6	160	250	4
63	100	6	250	400	5
100	160	7	400	630	6
160	250	8	630	1000	7
250	400	9			

Przykład obliczania:

dla wymiaru $\text{Ø}55\text{h}9$; $R=55+2 \cdot 2+0,5 \cdot 5,6=61,6\text{mm}$, wg (1.1),

dla wymiaru 42; $R=42+1 \cdot 2+1 \cdot 3+0,5 \cdot 5,6=49,8\text{mm}$, wg (1.1),

dla wymiaru $\text{Ø}90$; $R=90+2 \cdot 2+0,5 \cdot 6=97\text{mm}$, wg (1.1),

dla wymiaru 7; $R=7+1 \cdot 3+0,5 \cdot 4,2=12,1\text{mm}$, wg (1.2),

dla wymiaru $\text{Ø}42\text{H}7$; $R=42-2 \cdot 2-0,5 \cdot 5=35,5\text{mm}$, wg (1.3).

UWAGA!

Przy obliczaniu wymiaru surowego odlewu dla wymiaru $F=42$ uwzględniono zwiększony o 50% ($RMA=3$) naddatek na obróbkę na górnej powierzchni odlewu. Ponadto, uwzględniając powierzchnie bazowe do 1 operacji (oznaczone xxx) podano jako istotny wymiar odległości jednej z tych baz od dolnej powierzchni odlewu.

1.2. Projektowanie odkuwek

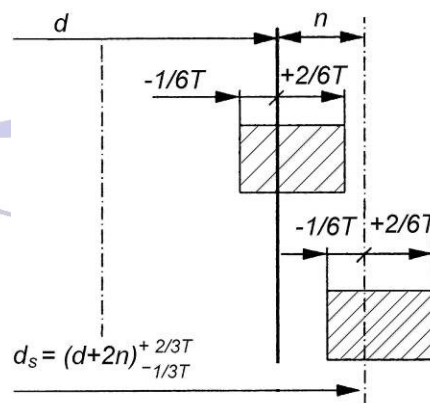
1.2.1. Naddatki na obróbkę skrawaniem

Tolerancje i odchyłki wymiarów długości, szerokości i wysokości określa się dla wymiarów obrobionego przedmiotu powiększonych o naddatki na obróbkę. Norma EN 10243-1 nie podaje sposobu doboru naddatków. Jednak dla ułatwienia projektowania odkuwek w tabeli 1.2 umieszczono sposób doboru i wartości naddatków (dla odkuwek dawnej klasy Z) zgodny z nieaktualną normą PN-86/H-94101. Naddatki na obróbkę skrawaniem oraz dopuszczalne tolerancje i odchyłki wymiarowe zależą od: wymiarów i masy odkuwki, stopnia trudności wykonania wynikającej ze zwartości kształtu i gatunku materiału odkuwki, klasy dokładności wykonania odkuwki.

Tabela 1.2 Jednostronne naddatki na obróbkę odkuwek (dawnej klasy Z) kutych na młotach i prasach dla wskaźnika trudności materiałowej M1

Masa części kg		Wymiary: średnic, grubości, wysokości i długości, mm					
Powyżej	do	powyżej	32	100	160	250	400
		do 32	100	160	250	400	630
0	0,4	1,2	1,4	1,5	1,5	1,8	2
0,4	1	1,4	1,5	1,5	1,8	2	2,4
1	1,8	1,5	1,5	1,8	2	2,4	2,6
1,8	3,2	1,5	1,8	2	2,4	2,6	2,8

Dopuszczalne odchyłki długości, szerokości i wysokości dla odkuwek klasy F i trudności wykonania S_1 i S_2 podano w tabeli 1.3. Dla wymiarów między powierzchniami zewnętrznymi stosuje się odchyłki $+2/3$; $-1/3$ tolerancji (rysunek 1.3), dla wymiarów między powierzchniami wewnętrznymi należy znaki odwrócić, tak aby odchyłki wynosiły $+1/3$, $-2/3$.



Rysunek 1.3. Rozkład tolerancji T i obliczanie wymiarów zewnętrznych odkuwki: d – średnica odkuwki (powierzchnia nie obrabiana skrawaniem), d_s – średnica odkuwki z uwzględnieniem naddatku na obróbkę n

Zaleca się, aby dla każdej odkuwki matrycowanej wszystkie tolerancje wymiarów grubości były jednolite i określa się je wg największego wymiaru. Odchyłki dla klasy F, trudności materiałowej M1 i trudności wykonania S_1 i S_2 podane są w tablicy 1.4.

Tabela 1.3. Dopuszczalne odchyłki długości, szerokości (średnicy) i wysokości dla odkuwek klasy F, dla wskaźnika trudności materiałowej M1 i trudności wykonania S_1 i S_2

Masa części [kg]		Wymiary: średnic, grubości, wysokości i długości [mm] S_1				Wymiary: średnic, grubości, wysokości i długości [mm] S_2			
Po wyż	do	Powyż.	32	100	160	Powyż.	32	100	160
		do 32	100	160	250	do 32	100	160	250
0	0,4	0,7- 0,4	0,8- 0,4	0,9- 0,5	1,1- 0,5	0,8- 0,4	0,9- 0,5	1,1- 0,5	1,2- 0,6
0,4	1	0,8- 0,4	0,9- 0,5	1,1- 0,5	1,2- 0,6	0,9- 0,5	1,1- 0,5	1,2- 0,6	1,3- 0,7
1	1,8	0,9- 0,5	1,1- 0,5	1,2- 0,6	1,3- 0,7	1,1- 0,5	1,2- 0,6	1,3- 0,7	1,5- 0,7
1,8	3,2	1,1- 0,5	1,2- 0,6	1,3- 0,7	1,5- 0,7	1,2- 0,6	1,3- 0,7	1,5- 0,7	1,7- 0,8
3,2	5,6	1,2- 0,6	1,3- 0,7	1,5- 0,7	1,7- 0,8	1,3- 0,7	1,5- 0,7	1,7- 0,8	1,9- 0,9

W tabeli 1.3 nie uwzględniono wielkości przesądzeń i pozostałości wypływek zależnych od masy odkuwki i kształtu podziału matrycy, ich wartości mieszczą się w podobnym zakresie (0,5-2,8 mm) jak tolerancje.

Tolerancje i odchyłki grubości określają dopuszczalne odchyłki jakiegokolwiek wymiaru grubości odkuwki, tj. wymiaru położonego po obu stronach matrycy

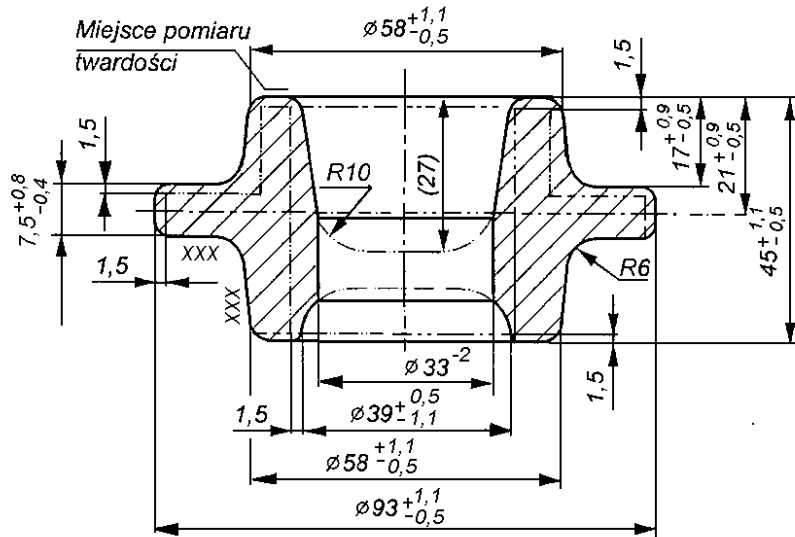
Tabela 1.4. Dopuszczalne odchyłki grubości dla odkuwek klasy F, dla wskaźnika trudności materiałowej M1 i trudności wykonania S_1 i S_2

Masa części [kg]		Wymiary grubości [mm] S_1				Wymiary grubości [mm] S_2			
Powyż.	do	Powyż.	16	40	63	Powyż.	16	40	63
		do 16	40	63	100	do 16	40	63	100
0	0,4	0,7- 0,3	0,7- 0,4	0,8- 0,4	0,9- 0,5	0,7- 0,4	0,8- 0,5	0,9- 0,5	1,1- 0,5
0,4	1,2	0,7- 0,4	0,8- 0,5	0,9- 0,5	1,1- 0,5	0,8- 0,4	0,9- 0,5	1,1- 0,5	1,2- 0,6
1,2	2,5	0,8- 0,4	0,9- 0,5	1,1- 0,5	1,2- 0,6	0,9- 0,5	1,1- 0,5	1,2- 0,6	1,3- 0,7
2,5	5	0,9- 0,5	1,1- 0,5	1,2- 0,6	1,3- 0,7	1,1- 0,5	1,2- 0,6	1,3- 0,7	1,5- 0,7
3,2	5,6	1,1- 0,5	1,2- 0,6	1,3- 0,7	1,5- 0,7	1,2- 0,6	1,3- 0,7	1,3- 0,7	1,7- 0,8

1.2.2. Przykład wykonania rysunku odkuwki

Za podstawę rozważań przyjęto rysunek 1.1, zakładając, że materiał części (piasta sprzęgła) wykonany jest ze stali C45. Poglądowy rysunek odkuwki (rysunek 1.4) podaje wymiary przedmiotu, wielkość naddatków na obróbkę i tolerancje wykonania. Wymiary długości i szerokości (średnicy) są równoległe do powierzchni podziału matrycy (np. wymiary 35,5, 58 i 93), wymiary wysokości są prostopadłe do powierzchni podziału i położone po jednej stronie powierzchni podziału (np. wymiary 17 i 21) a wymiary grubości np. wymiar 9 i 45 są położone po obu stronach powierzchni podziału. Dla masy odkuwki $m=0,74$ kg, wskaźnika trudności materiałowej M1, stopnia trudności wykonania S_2 oraz dla maksymalnego wymiaru

średnicy 90 i maksymalnej grubości 42 naddatek ten jest jednakowy i wynosi 1,5mm. Na rysunku odkuwki powinna być określona późniejsza baza obróbkowa w celu zapewnienia prawidłowego wymiarowania i kontroli wymiarów odkuwki (bazę tą oznaczono krzyżykami, podobnie jak na rysunku surowego odlewu). Tolerancje prostoliniowości i płaskości oraz odchyłki wymiarów międzyosiowych podano w tabelicy 1.5; stosuje się je niezależnie od pozostałych tolerancji z podziałem na +1/2, -1/2 tolerancji. Odczytuje się je w zależności od największych długości, szerokości lub odległości między osiami.



Materiał C45, wskaźnik trudności mater. M1
 Klasa odkuwki F, wskaźnik zwartości kształtu S_2
 Masa odkuwki 0,74 kg, niezwym. promienie $R=3$
 Poch. kuźnicze: zew. 3° , wew. 6° , Twardość $\sim 32\text{HRC}$
 Tolerancja zgodna z normą EN 10243-1

Rysunek 1.4. Rysunek odkuwki (wykonany na podstawie rysunku 1.1 gotowej części), xxx – baza obróbkowa do 1-szej operacji

|| UWAGA!

Naddatków na obróbkę nie podaje się na rysunku odkuwki, zamieszczono je jedynie dla celów dydaktycznych.

Tabela 1.5. Odchyłki prostoliniowości i płaskości oraz wymiarów międzyosiowych odkuwek klasy F kutech na młotach prasach

Długość lub szerokość odkuwki [mm]	powyżej	100	125	160	200
	do 100		125	160	200
	$\pm 0,3$	$\pm 0,35$	$\pm 0,4$	$\pm 0,45$	$\pm 0,5$
Odległość między osiami [mm]	powyżej	100	160	200	250
	do 100	160	200	250	315
	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$