

Warunki techniczne wykonania i odbioru

Niewinny skrót WTWiO kryje w sobie często ogromną wiedzę na temat wykonania urządzeń i maszyn. Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru stosowane są powszechnie w budownictwie, bo chociaż obowiązują w Polsce unijne przepisy i normy, to jednak brak jest pełnych norm i przepisów dotyczących wykonawstwa. Jeżeli przyjrzymy się sprawie wykonawstwa w produkcji maszyn i urządzeń, to okaże się, że i tu są z tym problemy.

Aleksander Łukomski

W zasadzie są odpowiednie dyrektywy odnoszące się do produkcji maszyn i urządzeń: maszynowa, o minimalnych wymaganiach, i wiele innych, oraz normy i przepisy, ale na temat wykonania, standardów, jakości i sposobu odbioru części, zespołów lub produktów, to właściwie nic w tych przepisach nie ma.

Warunków technicznych wykonania i odbioru nie obejmują żadne przepisy. Chociaż w prawie zamówień publicznych jest Specyfikacja Istotnych Warunków Zamówienia, to przecież dla konkretnego zadania nie jest ona tym samym co WTWiO. Kiedyś w latach rozkwitu polskiego przemysłu motoryzacyjnego istniały branżowe Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru MT 5757. Były to cztery tomy formatu A4, zapisane drobnym maczkiem, obowiązujące we wszystkich zakładach i fabrykach przemysłu motoryzacyjnego w Polsce. Były tam np. szczegółowo opisane urządzenia i ich rozwiązania, wraz z jakością, również dotyczące obrabiarek; podane tam były predkości przenośników, sposoby zabezpieczania pracowników przed wypadkami (przykładowo: wszystkie silniki elektryczne zamontowane powyżej dwóch metrów musiały być zabezpieczone linką), a także opisane sposoby zatrzymywania ruchomych zespołów. Były też wymienione dopuszczone firmy dla różnych kupnych zespołów i aparatury, oraz dostawy wraz z urządzeniem części zamiennych i zapasowych. Te

ostatnio wymienione wynikały z potrzeby utrzymania ruchu. W fabrykach były potężne magazyny części zamiennych, bo przy ogromnej liczbie urządzeń, a przy wielkoseryjnej produkcji, przerwy spowodowane awariami musiały być jak najkrótsze. Trudno sobie wyobrazić, aby linia produkcyjna samochodów stała kilka tygodni, aż dostarczony będzie np. mały siłownik pneumatyczny. Często dostawca urządzenia utrzymywał niezbędną ilość części zamiennych przez okres np. gwarancji. Później części te trafiały do magazynu użytkującej to urządzenia fabryki. Warunki MT 5757 były bardzo trudne do spełnienia przez dostawców i często były problemy z odbiorami maszyn i urządzeń np. w FSO czy Ursusie. Każdy z koncernów samochodowych ma swoje warunki techniczne. W niemieckiej znanej fabryce samochodów, polska firma w trakcie odbiorów uciniała wystające śruby – kilka tysięcy sztuk, ponieważ w warunkach było napisane, że śruba może wystawać poza nakrętkę tylko 1,5 zwoju. Było to trudne na gotowych urządzeniach, zwłaszcza, że śruba musiała mieć zgodne z normą zakończenie gwintu. A tylko dlatego, że ktoś nie doczytał warunków technicznych.

W ostatnich latach nastąpiło w Polsce wiele zmian. Dotyczą one zarówno szkolnictwa zawodowego, jak i nowych zakładów produkcyjnych, często małych i pozbawionych wsparcia technicznego. Kiedyś wielkie fabryki w Polsce projektowane były zgodnie

z zasadami obowiązującymi wtedy w świecie. Miały więc odpowiednie struktury i procedury. Było tam miejsce na liczne osobowo działy konstrukcyjne i technologiczne. Był rozbudowany dział kontroli jakości wraz z izbą pomiarową lub izbami wydziałowymi. Był dział głównego mechanika i inne działy odpowiedzialne za utrzymanie ruchu fabryki. Były procedury biegu dokumentów. Procedury weryfikacji dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej. Były wreszcie biura projektów, gdzie znano zasady projektowania fabryk, tak, aby było jak najmniej przestojów (na przykład – podwójne źródło zasilania w energię elektryczną i to często z dwóch niezależnych elektrowni i wiele podobnych zasad). Przy wielu większych fabrykach były też szkoły zawodowe i technika, głównie dla pracowników lub przyszłych pracowników. Absolwenci tych szkół wyposażeni byli w dużą wiedzę praktyczną, ponieważ trzon nauczycieli zawodowych stanowili przeważnie pracownicy inżynierscy tych fabryk. Wiele spraw proceduralnych w fabryce było dla tych absolwentów oczywistych. Struktury te powodowały, że pewne standardy były, choć może nie do końca zapisane, ale znane i stosowane w konkretnych fabrykach. Dzisiaj, jeżeli pracuje się w takiej jeszcze starej fabryce – a nieliczne się ostały – lub w dużej fabryce światowego koncernu, to obowiązują tam pewne standardy i procedury i wtedy problemu z wykonaniem, a zwłaszcza z jakością wykonania na ogół nie ma. Gorzej jeżeli jest to firma bez odpowiednich służb, gdzie maszyny lub urządzenia wykonuje się sposobem majsterskim lub w oparciu o kooperację, czy podwykonawstwo w wielu różnych zakładach, często rzemieślniczych. Takich produkcji jest obecnie w Polsce dużo. Decyzję o jakości wykonania podejmuje się wtedy spontanicznie lub jednoosobowo, nie stosując żadnych procedur. Wynik takiego działania może być różny od oczekiwań integratora, a zwłaszcza ostatecznego klienta. Wtedy z pomocą mogą przyjść właśnie Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru, specjalnie stworzone dla konkretnej produkcji, czy maszyny. Powinny być tam opisane standardy wykonania: odlewów, spawania, obróbki skrawaniem, gwintów, momentów dokręcania śrub, sposobów montażu, instrukcja malowania

i instrukcje odbiorów jakościowych części, zespołów oraz całego urządzenia. Niekiedy, jeżeli jest to specjalna, nietypowa produkcja, to także powinna mieć swoje specjalne warunki.

Jest to minimum, które można wykonać dla uporządkowania standardów produkcji. Tych warunków mogą nauczyć się pracownicy firmy, konstruktorzy, technolodzy, a także poddostawcy. Mogą te warunki być też częścią umowy z klientem zamawiającym u nas maszynę, czy urządzenie. Wskazują, również na odpowiedni dobór kooperantów – muszą być tacy, którzy potrafią wypełnić warunki.

Takie wzorcowe, minimalne warunki dla małych zakładów przedstawiono poniżej*. Mogą one być odpowiednio zmienione lub rozbudowane dla różnych produkcji. Te są przeznaczone dla produkcji maszyn i urządzeń jednostkowych typu maszyny i przyrządy spawalnicze, ale nadają się też dla innych pokrewnych produkcji. Należy pamiętać także, aby co jakiś czas aktualizować normy.

Aleksander Łukomski

***) Z uwagi na ograniczoną powierzchnię w czasopiśmie zamieszczamy tylko wybrane fragmenty WTWiO – dla orientacji w specyfice opracowania. Kompletne zestawienie udostępniamy na naszej stronie internetowej: www.konstrukcjeinzynierskie.pl**

A. WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU – OGÓLNE

...

2. Warunki techniczne wykonania

2.1. Wymagania ogólne

Wszystkie części i zespoły powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami podanymi na rysunkach - w razie ich braku należy posługiwać się niniejszymi WT wraz z normami przedmiotowymi. Wszystkie podzespoły i części kupne powinny posiadać znak KJ dostawcy i przed zamontowaniem powinny być sprawdzone pod kątem zgodności z dokumentacją.

2.2. Materiały

Materiały użyte do wykonania detali powinny być zgodne z materiałami podanymi na rysunkach. Zgodność użytych materiałów potwierdza Kontrola Jakości wykonawcy.

Zastosowanie materiałów zastępczych jest dopuszczalne za zgodą jednostki autorskiej.

2.3. Wykonanie części mechanizmów

- Powierzchnie części obrabianych przez skrawanie nie powinny wykazywać miejsc nieobrobionych, płam, wgniotów, zadziórów, naderwań itp. Wszelkie ostre krawędzie należy zatępić lub załamać. Naddatki na obróbkę skrawaniem ustali technolog wykonawcy zgodnie z zasadami panującymi w zakładzie wykonującym.
- Gwinty powinny mieć pełny profil, nie mogą mieć zerwanych nitok, zagnieceń itp. Wymiary wyjść, podcięć oraz nadmiary długości i głębokości otworów nieprzelotowych powinny być zgodne z wymiarami na rysunku. Gwinty powinny być wykonane w klasie średnio dokładnej wg PN-ISO 965-1:2001 i PN-ISO 965-3:2001, o ile na rysunku nie podano inaczej.
- Elementy gięte nie powinny wykazywać pęknięć, naderwań oraz deformacji kształtu w miejscach zginania. Jeżeli na rysunku nie podano inaczej promień gięcia jest równy grubości elementu.
- Obróbka cieplna elementów powinna zapewnić twardość określoną na rysunku - rodzaj i sposób obróbki ustali technolog wykonawcy. Deformacje elementów po obróbce cieplnej powinny zawierać się w granicach ustalonych w PN-EN ISO 1101:2006
- Wymiary liniowe i kątowe bez indywidualnych oznaczeń tolerancji należy wykonać w tolerancji zgodnie z PN-EN 22768-1: 1999. Elementy geometryczne bez indywidualnych oznaczeń odchyłek kształtu i położenia powinny być wykonane w tolerancji zgodnie z PN-EN 22768-2: 1999. Dla konstrukcji spawanych tolerancje wymiarów długościowych i kątowych jak również tolerancje kształtu i położenia przyjmuje się zgodnie z PN-EN ISO 13920: 2000.

Klasy tolerancji w/w norm należy przyjąć kierując się poziomem zwyczajnej dokładności warsztatowej w świetle kryterium rodzaju i klasy powierzchni.

2.4. Wykonanie i montaż podzespołów

- Montowane mogą być tylko części odebrane przez KJ,
- Złączki śrubowe powinny być równomiernie dociągnięte max dopuszczalnym momentem (tabela momentów w załączeniu na końcu rozdziału), oraz zabezpieczone przed odkręceniem się. Łby śrub i nakrętki powinny równomiernie przylegać do powierzchni łączonych elementów. Otwory pod śruby znaczyć wg zakładanego elementu, lub wykonać na obrabiarce zgodnie z dokładnościami podanymi na rysunku.
- Otwory pod kołki ustalające rozwiercać wspólnie w łączonych podzespołach, po ustaleniu wzajemnego położenia podzespołów, lub wykonać na obrabiarce zgodnie z dokładnościami podanymi na rysunku.
- Wałki i sworznie powinny obracać się w łożyskach swobodnie bez nadmiernych luzów i bez zacięć.

2.5. Wykonanie i montaż konstrukcji stalowej

- W elementach spawanych należy zachować wielkość, rodzaj i klasę spoiny wg PN-EN ISO 17659 Max. przewymiarowanie do 25%; niedowymiarowanie spoiny jest niedopuszczalne. Dopuszcza się karb podtopień wzdłuż spoiny do 5% grubości spawanych części, w elementach nośnych należy usunąć tę wadę przez zeszlifowanie. Niewymiarowane spoiny wykonać 0,7 g cieńszego z łączonych elementów.
- Wszystkie spawane korpusy muszą być wyżarzane lub stabilizowane w inny sposób.
- W połączeniach śrubowych niedopuszczalne są wady jak:
 - > luźna osiowo śruba,
 - > niewypełnienie wysokości nakrętki przez śrubę,
 - > niemożliwość dokręcenia śruby w otworze gwintowanym przy zbyt długiej śrubie lub przy zbyt krótkim otworze,
 - > nieprzyleganie łba śruby lub nakrętki do łączonych części itp.
- Skośność otworu pod śruby nie powinna przekraczać 3% grubości łączonych części, owalizacja nie powinna przekraczać 5% nominalnej średnicy.

Wartości momentów dokręcenia połączeń gwintowych [Nm] dla gwintów metrycznych normalnych

Własności mech. wg PN-82/M-82054.03	5,8			6,8			8,8			10,9		
	max	opt.	min.	max	opt.	min.	max	opt.	min.	max	opt.	min.
M 6	6	5	4	7,2	6,2	5	9,7	8	6	13,6	11,5	9
M 8	14,6	12	9	17,5	15	12	23	20	15	33	28	23
M 10	29	24	19	35	29	23	47	40	30	65	53	42
M 12	50	40	32	60	50	40	80	70	52	113	85	72
M 16	122	115	85	147	120	100	196	168	126	275	210	175
M 18	168	140	115	202	170	145	270	238	174	380	290	245
M 20	238	200	160	286	240	190	385	328	246	540	410	330
M 24	410	330	260	490	390	330	650	568	426	910	680	590
M 30	820	700	590	990	800	680	1300	1137	853	1830	1400	1200

Moment max przyjęto dla współczynnika tarcia $\mu = 0,12$ i wykorzystaniu granicy plastyczności 90 %.

Uwaga: Jeżeli w dokumentacji nie zaznaczono inaczej, to optymalny moment dokręcania połączenia gwintowego zawarty jest w przedziale "optymalny - min."

2.6. Odbiór części

Odbiorowi KJ wykonawcy podlegają wszystkie części całkowicie wykonane lecz jeszcze przed zamontowaniem do urządzenia i przed malowaniem lub konserwacją. Odbiór polega na sprawdzeniu kształtów, wymiarów, jakości spoin i innych wymogów określonych w dokumentacji oraz w zawartej umowie.

Z wyników odbioru KJ powinien być sporządzony protokół, który należy dołączyć do protokołu odbioru ostatecznego. Protokół może być sporządzony jednorazowo dla całości odbieranych detali i zespołów urządzenia.

Elementy i zespoły z zakupu odebrać na podstawie świadectwa producenta.

D. WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU - HYDRAULIKA

.....

5.2. Spawanie rur

Spawanie rur należy stosować w ostateczności, przy czym wykonawca powinien mieć doświadczenie w wykonywaniu instalacji hydraulicznych.

Rura powinna być dogięta i odcięta na wymaganą długość, bez sztukowania. Spoinę i część przyległą spawanej rury należy starannie oczyścić z zendry i kropli metalu, a zwłaszcza wewnątrz rury.

Należy unikać stosowania złązek spawanych - należy je montować tylko w ostateczności. Po spawaniu złączki przewód należy starannie oczyścić i poddać próbie hydraulicznej ciśnieniem równym 1,5 ciśnienia roboczego.

.....

5.4. Wykonanie elementów układu hydraulicznego

Bloki i płyty układu hydraulicznego wymagają najwyższej staranności wykonania. Należy zwrócić szczególną uwagę na ogratowanie krawędzi przenikania się kanałów komunikacyjnych, jak i krawędzi gniazd gwintowych. Bardzo ważne jest dokładne wyczyszczenie całości z wiórów, pyłów i zanieczyszczeń powstałych w trakcie obróbki. Szczególną uwagę należy zwrócić na ślepe zakończenie kanałów komunikacyjnych - jeżeli pozostaną tam wióry lub zanieczyszczenia z zaschniętymi resztkami cieczy chłodzących, przedmuchanie sprężonym powietrzem nie jest skuteczne. Pozostawienie nawet śladowych resztek zanieczyszczeń jest absolutnie niedopuszczalne.

Powierzchnie przyłgowe nie mogą wykazywać śladów uszkodzeń, zagnieć itp. Krawędzie otworów pod pierścienie uszczelniające nie mogą być uszkodzone - wszelkie zbiać i zgnioty należy starannie wyrównać.

....