

APARATY CHEMICZNE	NORMA BRANŻOWA	BN-74
	Naczynia wysokociśnieniowe roztłaczane	2220-03
	Wymagania i badania	Grupa katalogowa IV 47

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania i badania dotyczące naczyń wysokociśnieniowych roztłaczanych.

1.2. Zakres stosowania normy. Postanowienia normy dotyczą naczyń wysokociśnieniowych roztłaczanych, o ciśnieniach obliczeniowych 100 kG/cm^2 (10 MPa) ÷ 1000 kG/cm^2 (100 MPa) i temperaturach obliczeniowych od -40°C (233 K) do temperatury granicznej dla danego gatunku stali oraz przy założeniu, że stosunek średnicy zewnętrznej (D_z) do średnicy wewnętrznej (D_w) części walcowanej naczynia wynosi: $D_z : D_w = \beta \leq 2$.

1.3. Określenia

1.3.1. Naczynie wysokociśnieniowe roztłaczane — naczynie wielowarstwowe składające się z części walcowej wykonanej z członów wielowarstwowych łączonych ze sobą obwodowymi złączami spawanymi i zakończone przypawanym do części walcowej dnem lub kołnierzem, do którego mocowana jest pokrywa.

1.3.2. Człon wielowarstwowy — element walcowy naczynia wykonany przez kolejne roztłaczanie wkładanych do siebie warstw. Składa się on z warstwy zewnętrznej, warstw pośrednich, warstwy drenowej oraz warstwy wewnętrznej.

1.3.3. Warstwa — element walcowy wykonany z blachy, stanowiący część składową członu.

1.3.4. Warstwa drenowa — warstwa perforowana znajdująca się pomiędzy warstwą wewnętrzną a warstwą pośrednią.

1.3.5. Dno wielowarstwowe elipsoidalne — zakończenie części walcowej naczynia wykonane

przez połączenie dennicy wielowarstwowej z członem za pomocą obwodowego złącza spawanego.

1.3.6. Dennica wielowarstwowa elipsoidalna — dennica elipsoidalna wykonana przez równoczesne wytłoczenie zespołu krążków wykonanych z blach i ułożonych na sobie współśrodkowo.

1.3.7. Okrągłe jednolite dno płaskie — zamknięcie płaszcza naczynia elementem kutym, łączonym z częścią walcową naczynia złączem spawanym.

1.3.8. Okrągła pełna pokrywa płaska — zamknięcie naczynia wykonane z odkuwki i połączone z kołnierzem części walcowej za pomocą śrub lub innych elementów łączących.

1.3.9. Wielowarstwowa pokrywa elipsoidalna — zamknięcie naczynia wykonane z wielowarstwowej dennicy przypawanej do kołnierza, który połączony jest z kołnierzem przypawanym do części walcowej naczynia za pomocą śrub lub innych elementów łączących.

1.3.10. Pojemność naczynia wysokociśnieniowego roztłaczanego — pojemność ograniczona jego ściankami wewnętrznymi łącznie z króćcami przy temperaturze ścianek około 20°C (293 K), wyrażona w m^3 . Przy obliczaniu pojemności naczynia nie oblicza się pojemności zajętej przez wypełnienie stałe (katalizator, pierścienie oczyszczające, i inne), jak również pojemności zajętej przez wewnętrzne elementy naczynia nie stanowiące jednolitej, trwale połączonej całości ze ściankami naczynia (mieszadła i inne).

1.3.11. Ciśnienie obliczeniowe (p_o) danego elementu naczynia wysokociśnieniowego wyrażone w kG/cm^2 (MPa) — najwyższe ciśnienie, jakie może działać na ściankę elementu w czasie eksploatacji, jednak bez uwzględnienia dopuszczalnego chwilo-

Zgłoszona przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Budowy
Urządzeń Chemicznych CEBEA
Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Budowy Urządzeń
Chemicznych dnia 30 marca 1974 r.
jako norma obowiązująca w zakresie produkcji od dnia 1 października 1977 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 3/1977 poz. 8)

wego wzrostu ciśnienia w czasie działania zaworów bezpieczeństwa lub innych urządzeń zabezpieczających.

1.3.12. Temperatura obliczeniowa (t_o) danego elementu naczynia wysokociśnieniowego, wyrażona w °C (K) — najwyższa temperatura, jaką może osiągnąć ścianka elementu podczas eksploatacji, jednak bez uwzględnienia chwilowych skoków temperatury.

1.3.13. Temperatura maksymalna (t_{max}) danego elementu — najwyższa temperatura, jaką może osiągnąć ścianka elementu podczas chwilowych skoków temperatury ponad temperaturę obliczeniową, nieprzekraczającą temperatury granicznej dla danego gatunku stali. Dopuszczalną wartość temperatury maksymalnej, czas trwania poszczególnych skoków temperaturowych oraz dopuszczalną częstotliwość ich występowania ustala jednostka projektująca. Warunki te powinny być podane w dokumentacji techniczno-ruchowej naczynia.

1.3.14. Temperatura graniczna dla danego gatunku stali — temperatura określona punktem przecięcia krzywych $R_{et}=f(t)$ i $R_z(t)=f(t)$.

1.3.15. Roztłaczanie — zabieg polegający na docisnięciu warstwy roztłaczanej do warstwy poprzednio roztłaczanej. Zabieg ten następuje w wyniku działania cieczy pod ciśnieniem powodującym przekroczenie granicy plastyczności materiału roztłaczanej warstwy.

2. WYMAGANIA

2.1. Materiały i półwyroby

2.1.1. Rodzaje materiałów — do budowy i naprawy naczyń należy użyć materiały i wyroby hutnicze, na które wytwórca wystawił zaświadczenie badań (atest hutniczy).

Zaświadczenie powinno zawierać stwierdzenie, że materiały i wyroby hutnicze odpowiadają Polskim Normom, a w razie ich braku normom branżowym lub w szczególnych przypadkach tymczasowym warunkom technicznym akceptowanym przez UDT.

Materiały na elementy aparatów wysokociśnieniowych nie będące bezpośrednio obciążone naprężeniami pochodzącymi od ciśnienia (zawiasy włączów, warstwa drenowa, podpory itp.) mogą być w uzasadnionych przypadkach nie atestowane.

2.1.2. Blachy. Należy stosować blachy kotłowe i inne ze stali węglowej i stopowej, jeżeli mają atest hutniczy i spełniają wymagania ustalone przez przepisy UDT dla odpowiedniej klasy naczynia.

Blachy przeznaczone na warstwę wewnętrzną powinny być badane ultradźwiękami dla stwierdzenia braku rozwarstwień (Sposób B klasa jakości B1).

Blachy przeznaczone na naczynia pracujące w obniżonej lub podwyższonej temperaturze powinny mieć atesty hutnicze, uwzględniające badania granicy plastyczności w obniżonej lub podwyższonej temperaturze, oraz udarności w obniżonej temperaturze.

2.1.3. Odkuwki. Należy stosować odkuwki niezależnie od parametrów pracy naczynia wg PN-71/H-94004 lub PN-70/H-94009. Kategoria odkuwek — BR, rodzaj — A (obrobione na całej powierzchni).

Odkuwki przeznaczone na dna, pokrywy, pokrywy włączowe, kołnierze, króćce o średnicy powyżej 70 mm, nakrętki powinny być badane ultradźwiękami, w celu stwierdzenia braku pęknięć, pęcherzy, płatków śnieżnych, wtrąceń niemetalicznych. Odkuwki przeznaczone na naczynia pracujące w obniżonej lub podwyższonej temperaturze powinny mieć atesty hutnicze, uwzględniające badania granicy plastyczności w obniżonej lub podwyższonej temperaturze, oraz udarności w obniżonej temperaturze. Badania na zginanie należy przeprowadzać tylko w przypadkach koniecznych.

2.1.4. Pręty kute, walcowane i ciągnione. Pręty przeznaczone są na śruby i nakrętki mocujące pokrywy oraz połączenia kołnierzo-śrubowe. Zależnie od przeznaczenia należy stosować pręty wg PN-58/H-93009, PN-72/H-93014, PN-60/H-93015. Rodzaj i gatunek materiału określa konstruktor urządzenia. Pręty o średnicy powyżej 50 mm należy badać ultradźwiękami, w celu stwierdzenia braku pęknięć, pęcherzy, płatków śnieżnych, wtrąceń niemetalicznych. Pręty przeznaczone na śruby i nakrętki naczyń pracujących w obniżonej lub podwyższonej temperaturze powinny mieć atesty hutnicze, uwzględniające badanie granicy plastyczności w obniżonej lub podwyższonej temperaturze, oraz udarności w obniżonej temperaturze.

2.2. Wykonanie

2.2.1. Wykonanie złączy spawanych. Spawanie powinno być powierzony zakładowi, który uzyskał dopuszczenie do spawania naczyń z dopuszczonym współczynnikiem złączy spawanych $z_{dop} \geq 0,9$. Spawanie powinno w zasadzie odbywać się w pomieszczeniach i w temperaturze nie niższej niż 0°C (273 K).

Jeżeli zostały zastosowane środki skutecznej ochrony stanowisk spawalniczych przed bezpośrednim działaniem deszczu, śniegu lub wiatru, a temperatura nie jest niższa niż 0°C (273 K),

spawanie może odbywać się na wolnym powietrzu. Przy spawaniu elementów naczynia może być stosowana w jednym złączu metoda spawania ręcznego i automatycznego.

Jeżeli w przekroju poprzecznym spoiny wielkość pola spoiny wykonanej spawaniem ręcznym nie przekracza 20% całego pola spoiny, to spoinę taką należy uważać za spoinę wykonaną spawaniem automatycznym.

Szczepy nie wycinane powinny być wykonane przy zastosowaniu tego samego rodzaju stopiwa, jakie jest przewidziane do wykonania złącz i w miarę możliwości przez tych spawaczy, którzy będą wykonywać złącza.

Przy spawaniu elementów ze stali węglowych o zawartości węgla powyżej 0,25% należy stosować technologię z podgrzewaniem wstępnym lub operacyjnym. Technologia spawania elementów ze stali stopowych powinna być opracowana na podstawie właściwych norm oraz hutniczych warunków technicznych dotyczących materiałów.

Każde złącze powinno być cechowane przez wykonującego je spawacza znakiem przydzielonym mu na stałe. Znak spawacza powinien być wybity na początku i na końcu złącza lub odcinka spawanego przez jednego spawacza w odległości nie większej niż 50 mm od spoiny.

Dla spawanych połączeń elementów o różnej grubości powinny być zastosowane łagodne przejścia od jednego elementu do drugiego przez ścięnie grubszego elementu wg 2.2.2.2 i 2.2.3.

Przesunięcie krawędzi blach o jednakowej grubości we wzdlużnych złączach warstw nie powinno przekraczać 10% grubości blachy i nie powinno być większe niż 4 mm. Materiały spawalnicze muszą odpowiadać PN-67/M-69350, PN-64/M-69433, PN-70/M-69420, a ich wilgotność nie może przekraczać wartości dopuszczalnej, co należy sprawdzać przed rozpoczęciem spawania.

Zakres obróbki cieplnej ustala projektant na podstawie warunków hutniczych lub technicznych dla danego gatunku materiału oraz na podstawie zastosowanej technologii wykonania elementu.

W złączach wzdlużnych warstw dopuszcza się ręczne lub automatyczne spawanie wzdlużne warstw. Spawanie powinno być wykonywane zgodnie z dokumentacją techniczną.

Spoiny wzdlużne warstwy drenowej należy wykonać jako doczołowe wg technologii zakładu. Nie podlegają one odbiorowi.

Złącze obwodowe łączące:

- dwa człony wielowarstwowe,
- człon z kołnierzem lub dnem kutym wykonanym z materiału nie wymagającego obróbki termicznej po spawaniu,
- człon z kołnierzem lub dnem kutym wyko-

nanym z materiału wymagającego przeprowadzenia obróbki termicznej po spawaniu,

— człon z dnem tłocznym wielowarstwowym należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną.

Złącze króćca:

— o średnicy zewnętrznej do 70 mm z dnem wielowarstwowym,

— o średnicy zewnętrznej do 70 mm z członem wielowarstwowym,

— o średnicy zewnętrznej ponad 70 mm z dnem wielowarstwowym,

— o średnicy zewnętrznej ponad 70 mm z członem wielowarstwowym należy wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną.

2.2.2. Wykonanie członu

2.2.2.1. Numeracja warstw. Ze względu na technologię wykonania ustala się następującą kolejność warstw: warstwa zewnętrzna jest warstwą pierwszą; kolejne warstwy pośrednie, licząc od zewnątrz, są warstwami 2; 3; 4... n ; warstwa wewnętrzna stanowi warstwę ostatnią n ; warstwa drenowa nie jest numerowana.

2.2.2.2. Wykonanie warstwy zewnętrznej. Średnica zewnętrzna warstwy jest równa średnicy zewnętrznej członu. Tolerancja obwodu (przeliczona z ustalonej średnicy) wynosi w stanie zwiniętym $0 \div 10$ mm. Warstwy wykonuje się przez zwijanie blach w kierunku prostopadłym do kierunku walcowania. Jeżeli szerokość blachy jest mniejsza od obwodu warstwy, to należy blachę pospawać szwami podłużnymi, przy czym najmniejsza szerokość blachy nie może być mniejsza niż 300 mm.

Spoiny wzdlużne wykonać zgodnie z 2.2.1. Po zespawaniu należy nadlewy spawów zeszlifować, przy czym zmiana grubości na złączach blach musi być łagodna i nie może przekraczać stosunku różnicy grubości do długości 1 : 10. Po spawaniu należy warstwę wyokrąglić na walcach i opiaskować. Wymagana czystość blach po piaskowaniu — 2 stopień.

2.2.2.3. Wykonanie warstwy wewnętrznej. Średnica zewnętrzna roztlóczonej warstwy wynika z ustalenia średnicy zewnętrznej członu, oraz pomiarów grubości blach przeznaczonych na poszczególne warstwy.

Średnica zewnętrzna warstw przed roztlóczaniem powinna być mniejsza od średnicy ustalonej na początku, nie więcej niż o:

2,0% — dla zbiorników o średnicy wewnętrznej do 600 mm,

1,5% — dla zbiorników o średnicy wewnętrznej ponad 6000 mm i nie więcej niż 18 mm.

Wykonanie i tolerancje wykonania — jak w 2.2.2.2.

2.2.2.4. Wykonanie warstw pośrednich — jak wykonanie warstwy wewnętrznej wg 2.2.2.3.

2.2.2.5. Wykonanie warstwy drenowej. Średnica zewnętrzna przed rozciąganiem powinna być mniejsza od średnicy ustalonej w 2.2.2.3 nie więcej niż:

- 1,0% — dla zbiorników o średnicy wewnętrznej do 600 mm,
- 0,75% — dla zbiorników o średnicy wewnętrznej ponad 600 mm i nie więcej niż 6 mm.

Wykonanie jak w 2.2.2.2, z tym że sposób wykonania spoin ustala producent. Warstwy drenowe powinny być z materiałów spawalnych zbliżonych składem chemicznym do materiałów warstw nośnych. Na blaszce perforowanej należy wykonać przed zwinieniem rowki o głębokości około 0,5 mm, łączące otwory w kierunku osi szeregów otworów w odstępach około 25 mm.

Złącze wzdluzne należy zeszlifować z obu stron tak, aby jego grubość nie była większa od grubości blachy perforowanej.

2.2.2.6. Rozciąganie poszczególnych warstw członu odbywa się w specjalnym urządzeniu do rozciągania. Proces rozciągania rozpoczyna się od warstwy drugiej. Warstwa pierwsza ma wymiar zewnętrzny ustalony dla gotowego naczynia. Warstwę pierwszą ustawia się centrycznie względem rdzenia urządzenia, a następnie wkłada się warstwę drugą z uszczelką dolną do warstwy pierwszej i zakłada uszczelkę górną. Przy zakładaniu warstwy należy zwrócić uwagę, aby złącze spawane wzdluzne warstwy rozciąganej było przesunięte względem złącza spawanego warstwy poprzedniej o kąt 30°, ale nie mniej niż 200 mm w kierunku ruchu wskazówek zegara. Po założeniu górnej uszczelki napelnia się wodą przestrzeń między rdzeniem a warstwą rozciąganą i zamyka się od góry pokrywą. Następnie łączy się przestrzeń wodą z pompą i doprowadza wodę pod ciśnieniem aż do rozciągania warstwy drugiej. Po rozciągnięciu warstwy drugiej zdejmuje się pokrywę górną, wyjmuje uszczelki i wkłada warstwę trzecią z uszczelką dolną. W dalszym ciągu postępuje się jak z warstwą drugą. Z warstwami następnymi postępuje się w ten sam sposób. Średnice uszczelek powinny być o 1% większe od średnicy wewnętrznej warstwy przed jej rozciąganiem.

Ciśnienie graniczne rozciągania ($p_{roz\ g}$) oblicza się w MPa wg wzoru

$$p_{roz\ g} = \frac{2R_c(g_1 + g_2 \dots + g_n)}{D_{wn}}$$

Rzeczywiste ciśnienie rozciągania (p_{roz}) oblicza się w MPa wg wzoru

$$p_{roz} = a \cdot p_{roz\ g}$$

$$p_{roz} \leq \sim 40 \text{ MPa}$$

w których:

- R_c — granica plastyczności materiału warstwy wg normy przedmiotowej,
- g_1 — grubość warstwy pierwszej, mm,
- g_2 — grubość warstwy drugiej, mm,
- g_n — grubość warstwy n , mm,
- D_{wn} — średnica wewnętrzna warstwy n po rozciągnięciu, mm,
- a — współczynnik rozciągania, który powinien wynosić: $a=0,9$ dla pierwszych warstw do ciśnienia rozciągania około 25 MPa, $a=0,8$ dla dalszych warstw.

Po rozciągnięciu warstwy n ciśnieniem około 25 MPa należy przeprowadzić po założeniu warstwy następnej $n+1$ rozciąganie jej ciśnieniem dającym na warstwie zewnętrznej naprężenie dochodzące do granicy plastyczności. Pomiar naprężeń należy wykonać elektrycznymi tensometrami oporowymi w liczbie 4 sztuki na każdy metr członu, rozmieszczonymi symetrycznie na obwodzie, tj. co 90°.

W czasie rozciągania zwrócić uwagę, aby nie nastąpiło płynięcie materiału warstw, a zatem naprężenia (przeliczone z odkształceń) nie powinny przekraczać nominalnej granicy plastyczności materiału, z którego wykonany jest człon. Ze względu na nierównomierność rozkładu naprężeń na obwodzie dopuszcza się miejscowe przekroczenie naprężeń o 20%, jeżeli pozostałe punkty pomiarowe wykazują znacznie niższe naprężenia od granicy plastyczności, co świadczyłoby raczej o miejscowej deformacji kształtu warstwy zewnętrznej niż o przekroczeniu granicy plastyczności.

2.2.2.7. Wykonanie pierścienia wyrównawczego. Jeżeli różnica średnic zewnętrznych członu i łączącego z nim elementu (dna, kołnierze) jest większa lub równa 20 mm, należy na warstwie zewnętrznej członu osadzić pierścień wyrównawczy z blachy o grubości równej połowie różnicy średnic, lecz nie większej niż 25 mm, wg technologii producenta.

Długość (L) pierścienia (rys. 1) należy przyjmować:

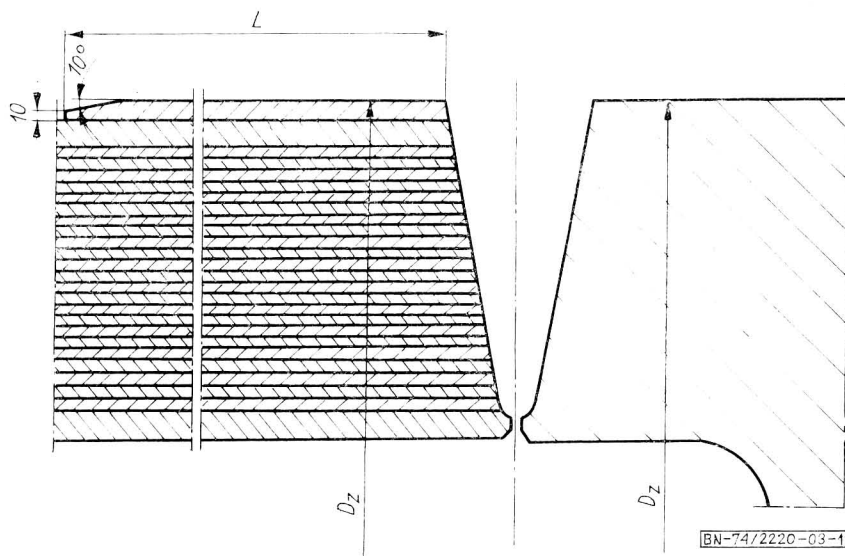
$L=400$ mm dla członów o średnicy wewnętrznej 400÷600 mm,

$L=600$ mm dla członów o średnicy wewnętrznej ponad 600 mm do 1200 mm,

$L=800$ mm dla członów o średnicy wewnętrznej ponad 1200 mm.

Złącze wzdluzne pierścienia wykonać zgodnie z dokumentacją techniczną.

2.2.2.8. Długość poszczególnych warstw. W zależności od wymagań dokumentacji i możliwości



Rys. 1

technologicznych ustala się długość członów. Długość warstwy 2 powinna być większa od długości warstwy 1 o 6 mm na 1 m długości. Długość warstwy 3 powinna być większa od długości warstwy 2 o 2÷3 mm na 1 m długości. Długość warstwy n powinna być większa od warstwy $n-1$ o 2÷3 mm na 1 m długości.

2.2.2.9. Otwory kontrolne. Dla kontroli szczelności warstwy wewnętrznej należy wykonać w członie 2 nawiercenia o średnicy 8 mm, przecinające wszystkie warstwy, z wyjątkiem wewnętrznej, w odległości około 400 mm od spoiny poprzecznej na obu końcach członu.

2.2.2.10. Dokładność wykonania

a) Tolerancja wykonania średnicy wewnętrznej. Średnica wewnętrzna powinna być wykonana w odchyłce wynoszącej: $\pm 1\% D_w$, ale nie więcej niż ± 8 mm.

b) Tolerancje wykonania grubości ścianki. Po splanowaniu powierzchni czołowych na długość konstrukcyjną (do poduszkiowania) należy przeprowadzić kontrolę wielkości szczelin. Dopuszcza się między warstwami szczeliny do 1 mm na $\frac{1}{3}$ obwodu pod warunkiem, że suma wielkości szczelin w danym przekroju nie będzie przekraczać:

- 3 mm przy grubości ścianki członu do 100 mm,
- 4 mm przy grubości ścianki członu powyżej 100 do 200 mm,
- 5 mm przy grubości ścianki członu ponad 200 mm.

2.2.3. Wykonanie naczynia

2.2.3.1. Wymagania ogólne. Powierzchnie surowe powinny być opiaskowane i powinny mieć czy-

stość 2 stopnia. Chropowatość powierzchni obrabianych powinna być zgodna z dokumentacją techniczną i postanowieniami podanymi w 2.2.3. Odchyłki wymiarów nietolerowanych powinny być w klasie II (zwykle) zgodnie z BN-64/2205-01.

2.2.3.2. Przygotowanie elementów części walcowej naczynia nieobrobionego od wewnątrz

a) Długość członów płaszcza naczynia. Mając gotowe człony i podaną w dokumentacji długość części walcowej płaszcza naczynia należy ustalić długość członów, wykorzystując maksymalną ich długość. Minimalna długość członu nie może być mniejsza od wewnętrznej średnicy naczynia i od 600 mm. Jeżeli ostatni człon wykonany jest przez odcięcie z członu dłuższego, to zabieg ten należy wykonać w miarę możliwości po przypawaniu go jako ostatniego elementu części walcowej płaszcza.

b) Przygotowanie członu pod spaw. Pomierzyć co 45° średnice czoła członów, które mają być ze sobą pospawane, ustalić jakie jest maksymalne przesunięcie wewnętrznych członów, przy optymalnym doborze i ustawieniu członów (rys. 2).

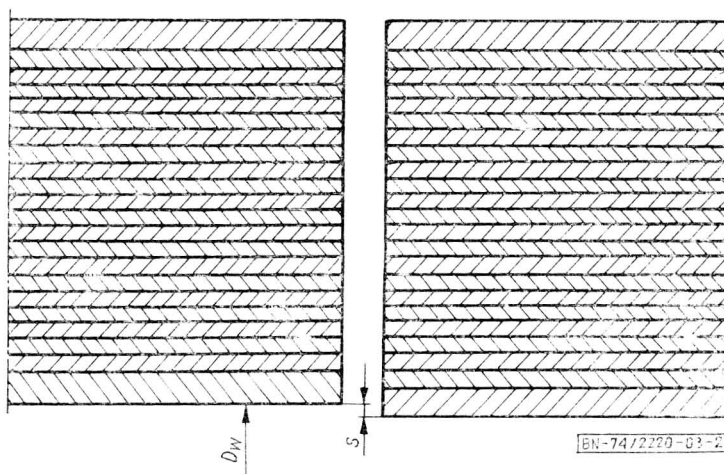
Gdy przesunięcie s przekracza 2 mm, należy warstwę wewnętrzną zukosować pod kątem 10° do tworzącej (rys. 3).

Ustalić średnicę krawędzi D w ten sposób, aby w obu członach minimalna wartość odstępów b wynosiła 5 mm.

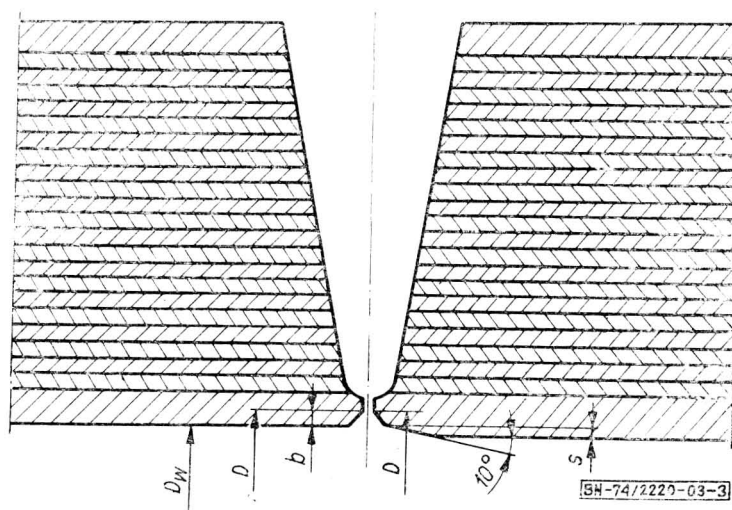
Wykonać obróbkę czoła zgodnie z dokumentacją techniczną.

2.2.3.3. Przygotowanie elementów części walcowej naczynia obrabianego od wewnątrz

a) Część walcowa naczynia wytaczana w całości. Człony części walcowej przeznaczone do wytaczania po zesparowaniu ich w całość tworzącą część



Rys. 2



Rys. 3

walcową naczynia wykonać w stanie surowym o średnicy wewnętrznej o 10 mm mniejszej od średnicy przewidzianej w dokumentacji po obróbce mechanicznej. Zespawać człony i wytoczyć od środka tak, aby średnica wewnętrzna była współśrodkowa w stosunku do zewnętrznej. Średnicę wewnętrzną wykonać w tolerancji nie mniejszej od H11 (PN-60/M-02104).

b) Część walcowa naczynia wytaczana częściami. Człony części walcowej przeznaczone do wytoczenia przed zaspawaniem ich w całość tworzącą płaszcz naczynia wykonać w stanie surowym o średnicy wewnętrznej o 10 mm mniejszej od średnicy podanej w dokumentacji po obróbce mechanicznej. Wytoczyć człony od środka tak, aby

średnica wewnętrzna była współśrodkowa w stosunku do zewnętrznej. Średnicę wewnętrzną wykonać w tolerancji nie niższej od H11.

2.2.3.4. Wykonanie dna tłoczonego wielowarstwowego

a) Tłoczenie dna wykonywane jest równocześnie z wszystkich krążków. Tłoczenie odbywa się wyłącznie na gorąco pod prasą. Krążki na prasie muszą być ułożone współśrodkowo i szczipione. Wymagania mechaniczne dla krążków — jak dla blach (2.1.2). Poszczególne krążki nie mogą być spawane z części. Krążki przed szczipieniem należy piaskować. Wymagana czystość blach po opiaskowaniu 2 stopnia.

b) Wymiary dennicy. Odchyłki wymiaru średnicy wewnętrznej dna nie mogą przekroczyć $+0,5\%$. Grubość dna na wyobleniu g_{rzw} (rys. 4) nie może być mniejsza od grubości w części kulistej o więcej aniżeli 3% g_{rzk} . Grubość dennicy mierzona na czole g_{rzo} nie może przekroczyć 7% g_{rzk} .

c) Przygotowanie czołowej powierzchni dna do spawania

— wykonać planowanie czoła dna na wymiar ustalony w dokumentacji;

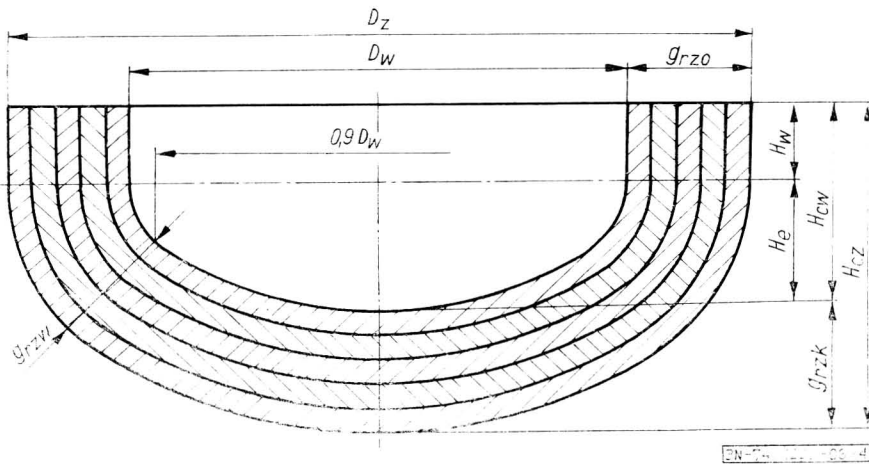
— pomierzyć średnicę zewnętrzną D_z ; jeżeli wymiar ten jest większy od średnicy zewnętrznej członu, do którego ma dno być przypawane, należy obtoczyć dennicę tak, aby jej grubość nie była

większa od grubości segmentu więcej niż o 10% , przy czym musi być zachowany warunek minimalnej grubości warstwy zewnętrznej (rys. 5)

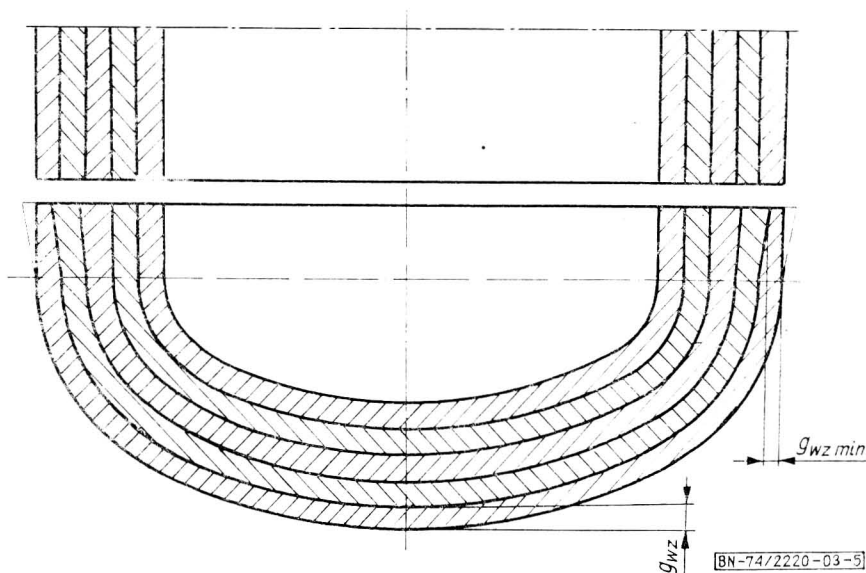
$$g_{wz \min} = 0,6 g_{wz}$$

— pomierzyć co 45° średnice czoła członu i dennicy, które mają być ze sobą pospawane i ustalić, jakie jest maksymalne przesunięcie krawędzi wewnętrznych członu i dennicy s , przy optymalnym doborze i ustawieniu obu elementów (rys. 6);

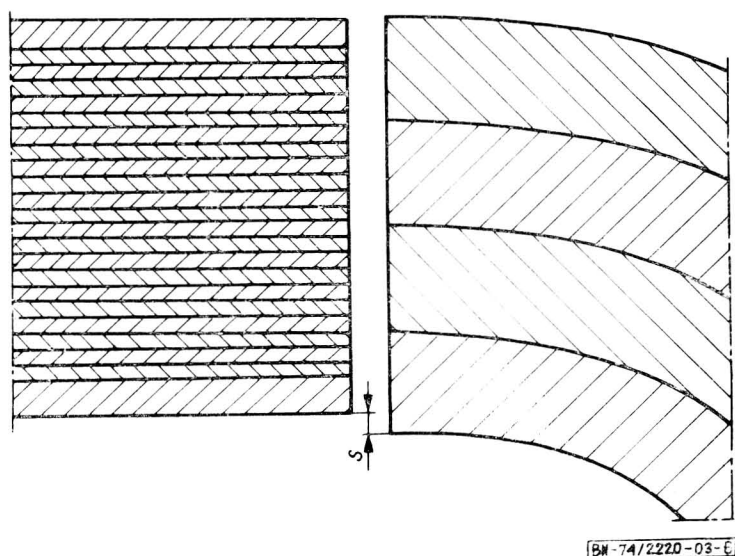
— w przypadku gdy przesunięcie krawędzi s przekracza 2 mm , należy warstwę wewnętrzną dennicy zukosować pod kątem 10° do tworzącej (rys. 7);



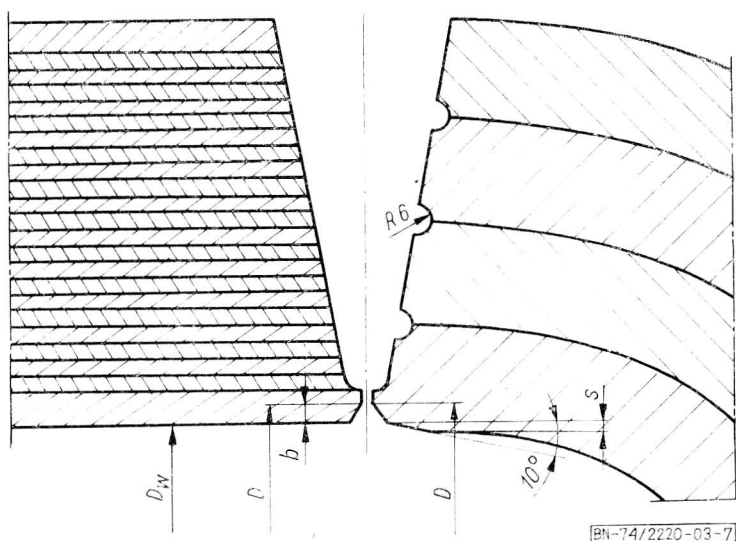
Rys. 4



Rys. 5



Rys. 6



Rys. 7

— ustalić średnicę krawędzi D w ten sposób, aby na obu elementach (członie i dennicy) minimalna wartość odstępu b wynosiła 5 mm;

— wykonać obróbkę czoła dennicy wg rysunku konstrukcyjnego.

2.2.3.5. Wykonanie dna kutego

a) **Wymiary dna.** Wymiar średnicy zewnętrznej powinien być zgodny z największą średnicą zewnętrzną członu, do którego będzie dno przyspawane. Wymiar średnicy wewnętrznej powinien wynosić w naczyniach:

— o surowej powierzchni wewnętrznej tyle, ile

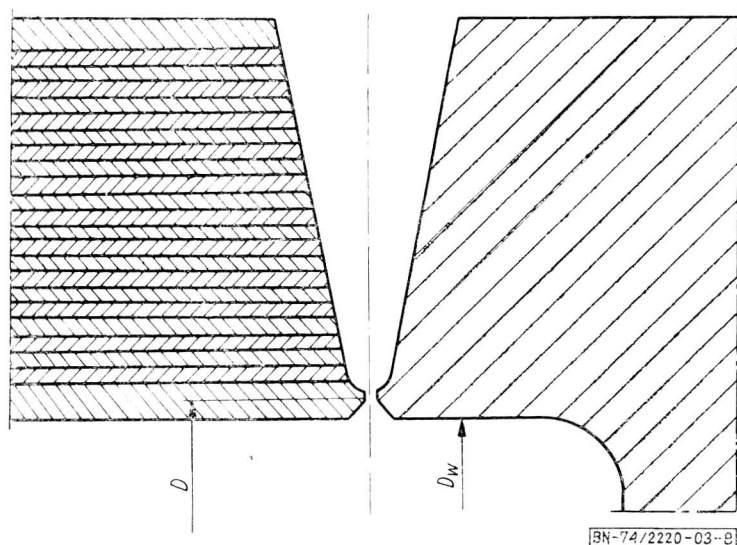
ma najmniejszy wymiar średnicy wewnętrznej członu, z którym dno jest złączone;

— o obrabianej powierzchni wewnętrznej tyle, ile wynosi wymiar nominalny na rysunku; średnicę wewnętrzną należy wykonać w tolerancji nie niższej od H11.

b) **Przygotowanie czołowej powierzchni dna do spawania**

— ustalić średnicę krawędzi D dla członu, z którym dno będzie zespawane i tę samą przyjąć dla dna kutego (rys. 8);

— wykonać obróbkę czoła dna wg rysunku konstrukcyjnego.



Rys. 8

2.2.3.6. Wykonanie kołnierza

a) **Wymiary kołnierza.** Wymiar średnicy zewnętrznej — walcowej (poza szyjką) powinien być zgodny z dokumentacją. Wymiar średnicy wewnętrznej szyjki powinien być zgodny ze średnicą zewnętrzną członu, z którym jest kołnierz zesparowany.

Wymiar średnicy wewnętrznej kołnierza powinien wynosić w naczyniach:

— o surowej powierzchni wewnętrznej tyle, ile ma najmniejszy wymiar średnicy wewnętrznej członu, z którym kołnierz jest łączony,

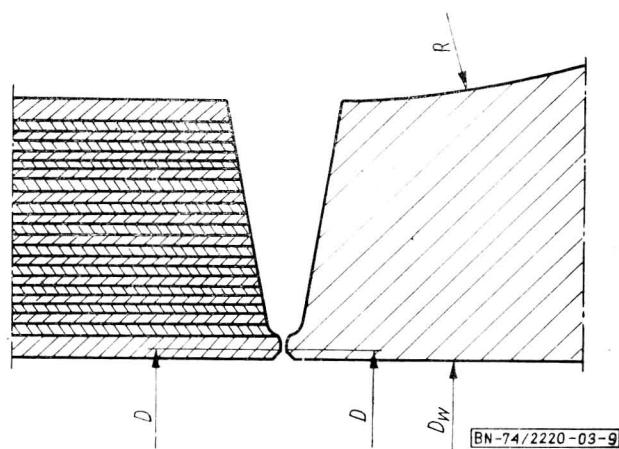
— o obrabianej powierzchni wewnętrznej tyle, ile wynosi wymiar minimalny, podany na rysunku, a średnicę wewnętrzną należy wykonać w tolerancji nie niższej od H11.

b) **Przygotowanie czołowej powierzchni kołnierza do spawania.** Ustalić średnicę krawędzi D dla członu, z którym kołnierz będzie pospawany, i tę samą przyjąć dla kołnierza (rys. 9). Wykonać obróbkę czoła szyjki kołnierza wg rysunku konstrukcyjnego.

c) **Wykonanie czoła kołnierza.** Powierzchnia czoła kołnierza powinna być prostopadła do osi kołnierza. Dopuszczalna odchyłka kątowa od prostopadłości nie może przekraczać $\gamma = 0^\circ 30'$ (rys. 10).

d) **Wykonanie otworów gwintowanych na śruby mocujące pokrywę.** Oś otworu gwintowanego powinna być prostopadła do powierzchni czołowej kołnierza.

Dopuszczalna odchyłka wynosi 1 mm na długość 1 m. Pomiaru prostopadłości wykonuje się po wkręceniu śrub. Otwory gwintowane powinny być



Rys. 9

rozmieszczone symetrycznie na obwodzie koła podziałowego śrub.

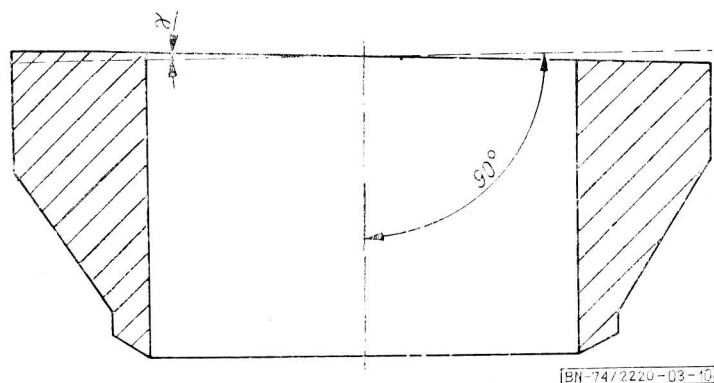
Dopuszczalne odchyłki wynoszą w stosunku do punktów idealnych (rys. 11) w dowolnym kierunku:

dla naczyń o średnicy $D_w < 600$ mm $s = 1$ mm,
dla naczyń o średnicy $D_w = 600$ do 1200 mm $s = 1,5$ mm,
dla naczyń o średnicy $D_w > 1200$ mm $s = 2$ mm.

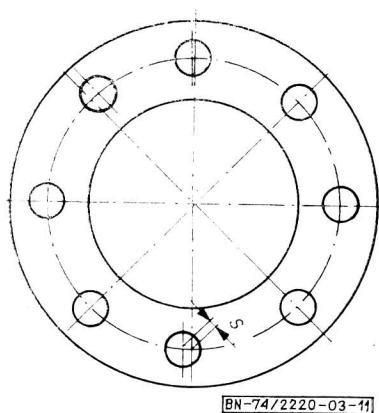
Gwint należy wykonać z zaokrąglonym dnem wyrębu jako średniodokładny wg PN-70/M-02113.

e) **Wykonanie stożkowej powierzchni uszczelniającej.** Oś stożkowa powinna być zgodna z osią kołnierza (otworu). Dopuszczalna odchyłka kąta powierzchni uszczelniającej wynosi (rys. 12) α_{-5}^{+15} .

Dopuszczalne przesunięcie osi koła D_{uz} od osi kołnierza wynosi $c = 1$ mm (rys. 12). Powierzchnię



Rys. 10



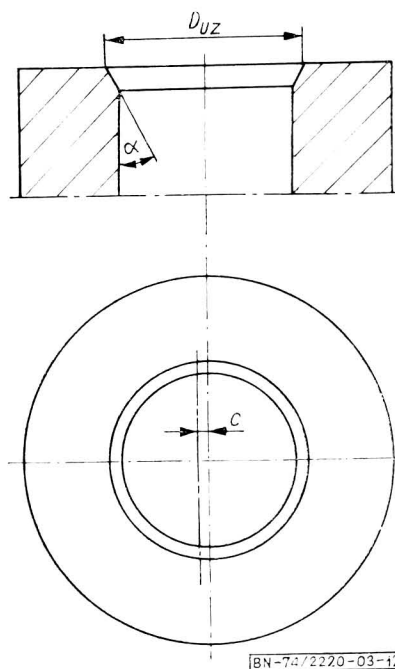
Rys. 11

zewnątrzną, czołową, wewnętrzną i stożkową wykonać przy jednym zamocowaniu w uchwycie obrabiarki.

Dla zapewnienia okrągłości krawędzi stożka (D_{uz}) powierzchnię stożkową wykonać na obrabiarce, której bicie nie przekracza 0,1 mm. Odchyłka tworzącej powierzchni stożkowej od linii prostej nie może przekroczyć 0,05 mm. Chropowatość powierzchni uszczelniającej powinna wynosić $R_a=0,63$.

2.2.3.7. Wykonanie pokrywy płaskiej. Pokrywy te wykonane są z odkuwek obrobionych mechanicznie.

a) Wymiary pokrywy powinny być zgodne z dokumentacją. Równoległość powierzchni płaskich jednej i drugiej strony pokrywy powinna być zachowana z dokładnością do 1,25 mm. Wykonanie obróbki powierzchni wewnętrznej (od wnętrza naczynia) oraz gniazda należy przeprowadzić przy jednym zamocowaniu.

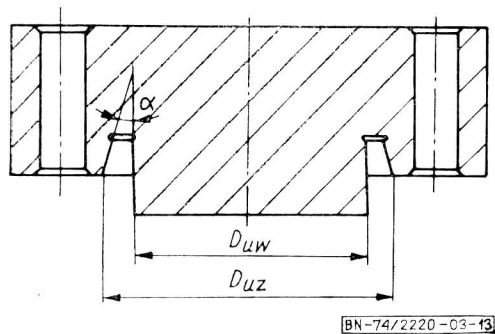


Rys. 12

b) Wykonanie gniazda na uszczelkę dwustożkową. Średnica czopa (D_{uw}) powinna być wykonana w tolerancji h8 i z chropowatością powierzchni $R_a=2,5$. Obróbkę gniazda należy wykonać przy jednym zamocowaniu pokrywy. Dla zapewnienia okrągłości stożka i czopa obróbkę wykonać na obrabiarce, której bicie nie przekracza 0,1 mm.

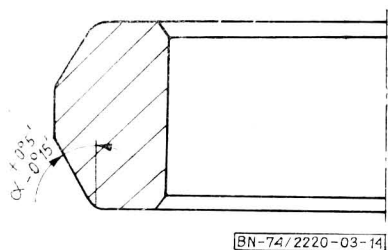
Odchyłka tworzącej powierzchni stożkowej od linii prostej nie może przekroczyć 0,05 mm. Dopuszczalna odchyłka kąta stożka powierzchni uszczelniającej wynosi (rys. 13) $\alpha_{-5}^{+15'}$.

Chropowatość powierzchni uszczelniającej powinna wynosić $R_a=0,63$.



Rys. 13

2.2.3.8. Wykonanie uszczelki. Uszczelka składa się z dwu części, tj. pierścienia wykonanego jako odkuwka i aluminiowej wykładziny. Wymagania dla pierścienia — jak dla odkuwek (2.1.2). Wykładzina aluminiowa wykonana jest z blachy aluminiowej o grubości 1 mm w gatunku Al99 (Cecha A2) wg PN-75/H-82160 i PN-70/H-92741. Powierzchnie stożkowe i powierzchnię walcową zewnętrzną obrabiać przy jednym zamocowaniu. Odchyłka szerokości powierzchni walcowej zewnętrznej a może wahać się w granicach $\pm 0,05$ mm. Odchyłka tworzącej powierzchni stożkowej od linii prostej nie może być większa od 0,05 mm. Dopuszczalna odchyłka kąta stożka powierzchni uszczelniającej wynosi (rys. 14) $\alpha \begin{matrix} +5' \\ -15' \end{matrix}$.



Rys. 14

Chropowatość całej powierzchni pierścienia powinna wynosić $R_a=0,63$.

2.2.3.9. Śruby mocujące pokrywę — wg BN-76/2222-07/00.

2.2.3.10. Wykonanie nakrętek. Gwint w nakrętkach powinien mieć zaokrąglone dna wrębu. Gwint wykonać jako średniokładny zgodnie z PN-70/M-82054 oraz PN-70/M-02113. Sześciokąty powinny być zgodne z PN-71/M-02048. Chropowatość powierzchni kulistej powinna wynosić $R_a=1,25$. Materiałem wyjściowym mogą być odkuwki, pręty walcowane lub ciągnięte. Wymagania dotyczące materiału — zgodne z 2.1.2. Obrób-

ka termiczna musi być wykonana przed wykańczającą obróbką mechaniczną.

2.2.3.11. Wykonanie podkładek. Podkładki wykonać z odkuwek, prętów walcowanych lub ciągnionych. Wymagania — zgodnie z 2.1.2.

Chropowatość powierzchni kulistej powinna wynosić $R_a=1,25$.

2.2.3.12. Wykonanie płaszcza naczynia polega na zespawaniu poszczególnych jego elementów, jak:

- członu lub członów,
- kołnierza,
- dna tłoczonego albo kutego.

Sposób wykonania połączeń spawanych powinien być zgodny z 2.2.1.

Krzywizna tworzącej płaszcza naczynia nie może przekraczać 2 mm na 1 m długości, lecz nie więcej niż 10 mm na całej długości płaszcza.

2.2.3.13. Wykładziny antykorozyjne w naczyniach wielowarstwowych powinny być wykonane przez:

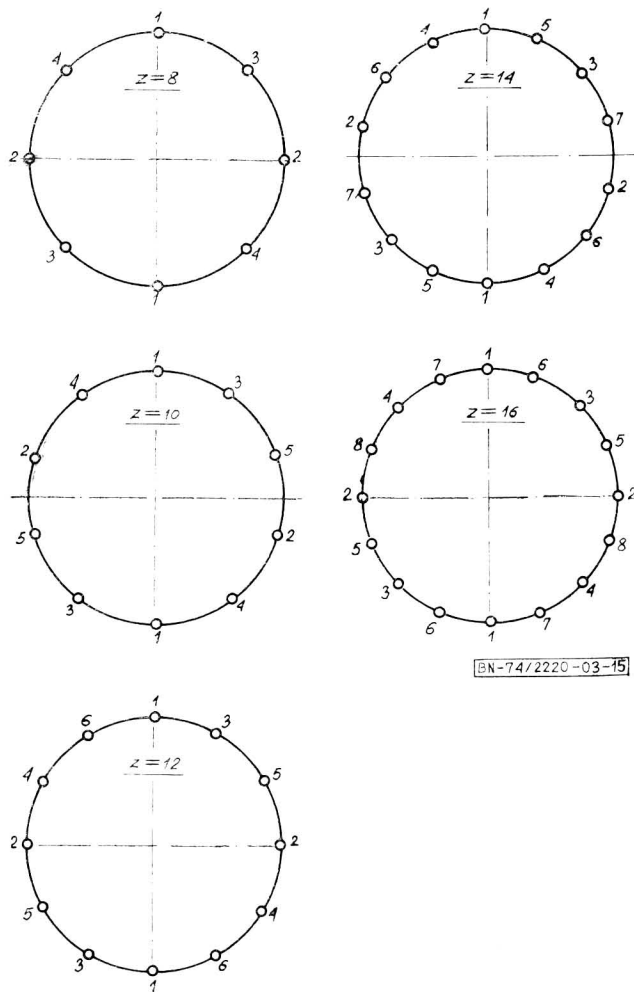
- a) gumowanie,
- b) ołowienie,
- c) wyłożenie powierzchni tworzywami sztucznymi,
- d) cynowanie lub aluminiowanie,
- e) napawanie warstwy stałą austenityczną,
- f) użycie na warstwę wewnętrzną blachy platerowanej,
- g) użycie koszulek z blachy austenitycznej, aluminiowej, miedzianej lub innej.

Dopuszczalne jest zastosowanie połączonych sposobów zabezpieczenia antykorozyjnego, wymienionych w a)÷g), nie kolidujących ze sobą. Grubość wykładziny należy uwzględnić w obliczeniach grubości ścianki jako naddatek na korozję.

2.2.3.14. Montaż naczynia. Naczynie z uszczelnieniem dwustożkowym powinno być montowane w następującej kolejności:

- wkręcić śruby w kołnierz naczynia,
- na pierścień uszczelniający założyć wkładki uszczelniające,
- pierścień uszczelniający wraz z wkładkami osadzić w gnieździe uszczelki wykonanym w pokrywie i umocować przy pomocy pierścienia dociskowego,
- nałożyć pokrywę na śruby,
- nałożyć na śruby podkładki kuliste,
- nakręcić nakrętki na śruby i skrócić połączenie pokrywy z naczyniem, przestrzegając kolejności dokręcania ustalonej na rys. 15,
- siła naciągu powinna wynosić 0,5 siły działającej na pokrywę przy ciśnieniu p_{oz} .

Dokręcenie nakrętek powinno być tak przeprowadzone, aby była możliwość określenia naprężeń w śrubach.



Rys. 15

2.3. Cechowanie. Sposób wykonania tabliczki oraz jej zamocowanie określają przepisy DT/Z/63.

Na wszystkich częściach wykonanych z materiałów atestowanych powinny być umieszczone oznaczenia tych materiałów.

3. PAKOWANIE, PRZECHOWYWANIE I TRANSPORT

3.1. Pakowanie. Rodzaj opakowania ustala wytwórca naczyń wysokociśnieniowych, w zależności od warunków transportu. Opakowanie powinno chronić naczynie i jego elementy przed uderzeniami, przesuwaniem się, wpływami atmosferycznymi i uszkodzeniami mechanicznymi podczas transportu. Króćce i inne otwory należy zaślepić. Zaślepki powinny być odporne na działanie atmosfery i na uderzenia oraz zapewnić całkowitą ochronę przed zanieczyszczeniami.

3.2. Przechowywanie. Naczynia powinny być przechowywane w pomieszczeniach suchych

i chroniących przed szkodliwymi wpływami atmosferycznymi.

3.3. Transport. Przed wysłaniem do odbiorcy naczynia należy poddawać konserwacji, w celu zabezpieczenia przed korozją w ciągu 6 miesięcy od dnia wysłania. Duże obrobione części w czasie transportu należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami. Zabezpieczenia na okres transportu morskiego wykonać zgodnie z odpowiednimi przepisami i instrukcjami.

4. BADANIA

4.1. Badanie wyrobów i półwyrobów hutniczych u wytwórcy

4.1.1. Badanie blach. Zakres badań powinien być zgodny z odpowiednimi normami przedmiotowymi. Badania dodatkowe, ultradźwiękami, blach przeznaczonych na warstwę wewnętrzną powinny być w zasadzie (w celu dokonania selekcji) przeprowadzone przez wytwórcę, ale mogą być również wykonane w zakładach produkujących naczynia wysokociśnieniowe rozłaczane.

Ocenę wyników badań wykonać wg odpowiednich norm przedmiotowych. Badania dodatkowe, ultradźwiękami, blachy przeznaczonej na warstwę wewnętrzną powinny potwierdzić brak rozwarstwień.

4.1.2. Badanie odkuwek i prętów. Zakres badań powinien być zgodny z odpowiednimi normami przedmiotowymi. Badania dodatkowe, ultradźwiękami, odkuwek i prętów na elementy wymienione w 2.1.3 powinny być w zasadzie przeprowadzone przez wytwórnę, ale mogą być również wykonane w zakładzie produkującym naczynia wysokociśnieniowe rozłaczane.

Ocenę wyników badań wykonać wg odpowiednich norm przedmiotowych. Badania dodatkowe, ultradźwiękami, powinny potwierdzić brak pęknięć i płatków śnieżnych, które są niedopuszczalne. Dopuszczalną wielkość innych wad określa wytwórczy zakład hutniczy, w zależności od typu i wielkości odkuwki.

4.2. Badania przeprowadzone u producenta

4.2.1. Badanie spoin wzdłużnych poszczególnych warstw

4.2.1.1. Rodzaje badań. Spoiny wzdłużne poszczególnych warstw poddaje się następującym badaniom:

- promieniom rentgena lub gamma,
- próbom mechanicznym złącza spawanego.

4.2.1.2. Oględziny zewnętrzne spoiny. Oględzinom zewnętrznym poddaje się powierzchnie zewnętrzne i wewnętrzne spoin. Przy oględzinach należy sprawdzić, czy spoina nie ma wad po-

wierzchniowych określonych w PN-75/M-69703 grupa E oraz F.

4.2.1.3. Prześwietlenie promieniami rentgena lub gamma. Kontroli przez prześwietlenie podlega 10% długości spoin wykonanych przez każdego spawacza. W przypadku wykrycia wad niedopuszczalnych wykonać dwa sąsiednie zdjęcia na jednej z każdej strony w przedłużeniu spoiny wadliwej. Jeżeli choć na jednym z dwu wykonanych radiogramów pojawią się wady niedopuszczalne, wówczas obowiązuje 100% prześwietlenia spoiny danego spawacza. Badanie spoin warstwy wewnętrznej wykonać w 100%. Złącze spawane powinno być wykonane co najmniej w 3 klasie jakości wg PN-74/M-69772.

4.2.1.4. Próby mechaniczne złącza spawanego. Próby należy wykonać na płytach sporządzonych wg PN-67/M-69707. Dla każdej grubości warstw spawanych przez danego spawacza w jednym członie obowiązuje wykonanie przez niego po jednej płycie próbnej. Płyta próbna powinna być spawana w takich samych warunkach i przez tego samego spawacza co badane spoiny naczynia. Próby mechaniczne przeprowadza się w temperaturze $15 \div 25^\circ\text{C}$ ($288 \div 298\text{ K}$). Obowiązują następujące próby własności mechanicznych:

— próba rozciągania złącza spawanego wg PN-64/M-69710; wytrzymałość badanego złącza R_m (kG/mm^2) nie może być niższa od wytrzymałości na rozciąganie materiału łączonego spawem;

— próba udarności wg PN-64/M-69733 oraz PN-69/H-04370; próbę należy przeprowadzić na 2 próbkach rodzaju US oraz 2 próbkach rodzaju UW przy zastosowaniu rowka kształtu C; udarność nie może być niższa od przepisanej dla materiału rodzimego;

— próba zginania płaskich złączy spawanych — próbka paskowa poprzeczna wg PN-64/M-69720; próba powinna dać wynik pozytywny.

4.2.2. Badanie spoin obwodowych

4.2.2.1. Rodzaje badań. Sprawdza się spoiny obwodowe:

a) naczyń jednoczłonowych:

— metodami nieniszczącymi w 100%,

— metodami niszczącymi na pierścieniach próbnych w ilości jedno złącze wielowarstwowe z monolitem na 10 wykonanych naczyń. Jeśli wśród złączy jest złącze spawane z warstwą przejściową, to próbę należy wykonać na tym złączu,

b) naczyń wieloczłonowych:

— metodami nieniszczącymi w 100%,

— metodami niszczącymi na pierścieniach próbnych w ilości jedno złącze członu wielowarstwowego z wielowarstwowym oraz jedno złącze członu wielowarstwowego z monolitem na 10 wykonanych naczyń. Jeśli wśród złączy jest złącze spawane

z warstwą przejściową, to próbę należy wykonać na tym złączu.

4.2.2.2. Oględziny zewnętrzne. Obustronne oględziny zewnętrzne spoiny mają na celu wykrycie wad dostrzegalnych nieuzbrojonym okiem, określonych w PN-75/M-69703 w grupie E oraz F.

4.2.2.3. Prześwietlenie promieniami rentgena lub gamma należy wykonać w 2 etapach:

— po zespawaniu rury wewnętrznej należy prześwietlić 100% długości spoiny,

— w przypadku zadowalających wyników należy wykonać spoinę na całą grubość elementów łączonych i prześwietlić 100% długości spoiny.

Wyniki obu prześwietleń powinny potwierdzić co najmniej 3 klasę jakości wykonania spoiny wg PN-74/M-69772, przy czym dla drugiego prześwietlenia, czyli całej grubości złącza, wady w postaci pęcherzy kulistych Aa, pęcherzy podłużnych Ab, wtrąceń niemetalicznych Bc, dopuszcza się w klasie 4, a żuźle pasmowe Bb, w klasie 5.

Maksymalny stopień wielkości wad — 1 i maksymalny stopień nasilenia wad — 4 z ograniczeniem nasilenia wad do 50% długości odcinka normalnego.

4.2.2.4. Badanie ultradźwiękami. Badaniu ultradźwiękami podlega warstwa przejściowa napawana na dno lub kołnierz oraz złącze spawane łączące człon z kołnierzem lub dnem kutym.

Badania należy przeprowadzać wg PN-75/M-70055 rozszerzając jej postanowienie dotyczące grubości badanych elementów na grubości powyżej 30 mm i wówczas należy stosować głowicę o nominalnym kącie załamania $\beta = 60^\circ$ lub 45° dla grubości badanej spoiny powyżej 30 mm do 100 mm, natomiast dla grubości ponad 100 mm należy stosować głowicę o kącie załamania $\beta = 45^\circ$. Dla spoin o grubości ponad 30 mm nie należy stosować głowic o częstotliwości wyższej niż 3 MHz. Dopuszcza się III klasę wadliwości spoin zgodnie z PN-75/M-70055.

4.2.2.5. Badanie mechaniczne. Próby mechaniczne należy wykonywać na złączach kontrolnych. Do tego celu można wykonać dodatkowy człon lub spaw łączący 2 człony naczynia oraz człon naczynia z pierścieniem dodatkowym i wyciąć dla przeprowadzenia badań. Wówczas człony naczynia będą krótsze.

Badaniom podlegają 2 złącza:

— złącze 2 członów wielowarstwowych o wymiarach członów zbiornika,

— złącze członu wielowarstwowego o wymiarach członu zbiornika z pierścieniem kutym o grubości ścianki równej grubości ścianki członu wielowarstwowego.

Pierścienie próbne powinny mieć szerokość co najmniej 300 mm ze spoiną obwodową w środku.

Z obu otrzymanych spoin obwodowych należy wyciąć następujące próbki:

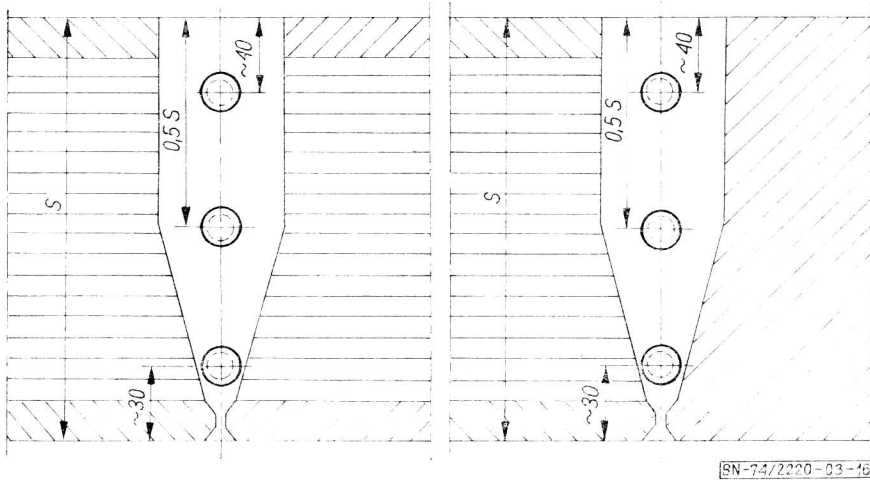
— 3 próbki okrągłe z główkami do chwytania w szczęki, 5-krotne nr 10, przeznaczone do badania spoiwa na rozciąganie wg PN-71/H-04310; położenie pobieranych próbek wg rys. 16,

— 3 próbki płaskie typu A wg PN-64/M-69710 do badania złącza spawanego na rozciąganie; położenie pobieranych próbek wg rys. 17,

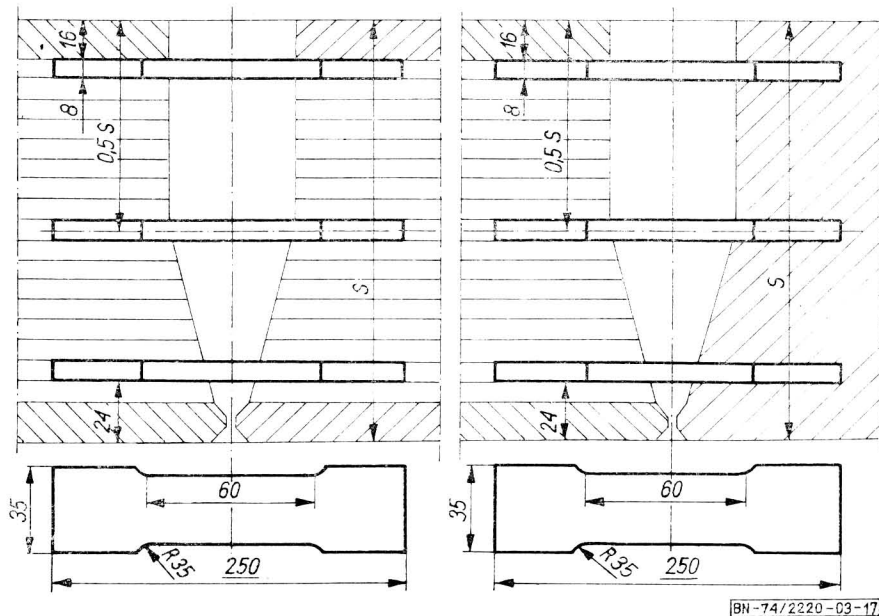
— 3 próbki typu Mesnagera wg PN-69/H-04370 do badania udarności spoiwa; położenie pobieranych próbek wg rys. 18,

— 3 próbki paskowe o wymiarach $g=8$ mm, $H_1=30$ mm, $L=136$ mm do próby zginania wg PN-64/M-69720; rozmieszczenia próbek wg rys. 19.

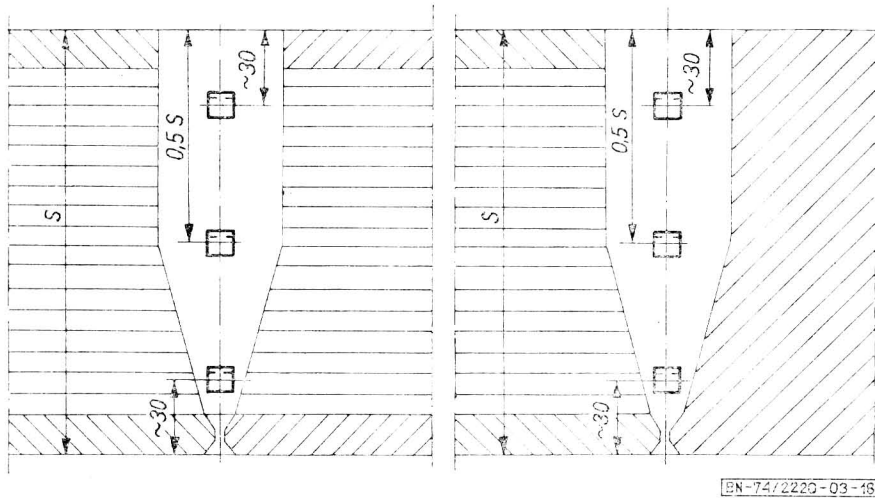
Własności mechaniczne poszczególnych złączy należy określać jako średnią arytmetyczną wyników otrzymanych przy badaniu poszczególnych próbek, przy czym powinny one odpowiadać własnościom łączonych materiałów określonych odpowiednimi normami lub warunkami technicznymi. Jednak wyniki poszczególnych próbek nie mogą być niższe niż 10% w stosunku do wymaganych. W przypadku niezadowolających wyników prób mechanicznych badania można powtórzyć na próbkach o dwukrotnie większej ilości, wyciętych z tej samej spoiny kontrolnej. Jeżeli wynik powtarznej próby jest negatywny, należy wykonać nowe pierścienie próbne i przeprowadzić ponownie wszystkie badania.



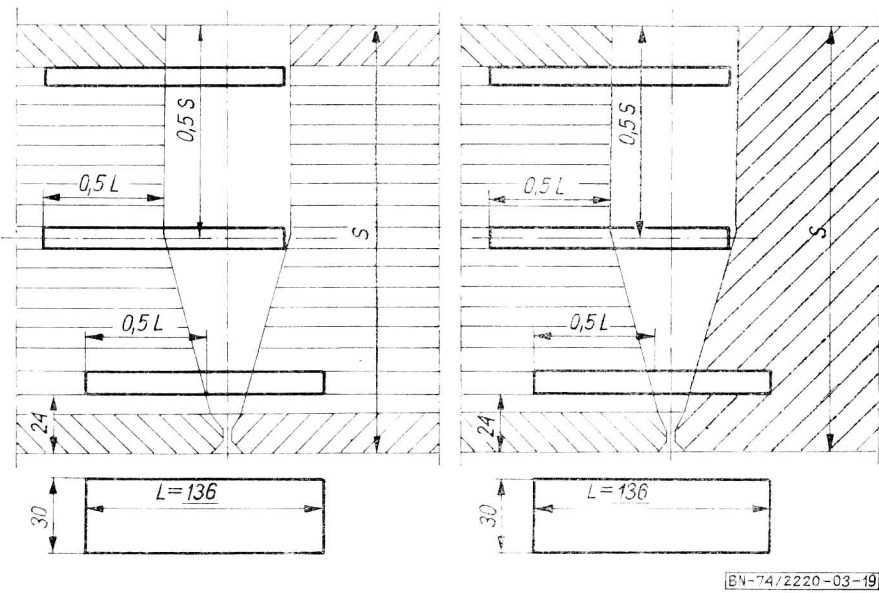
Rys. 16



Rys. 17



Rys. 18



Rys. 19

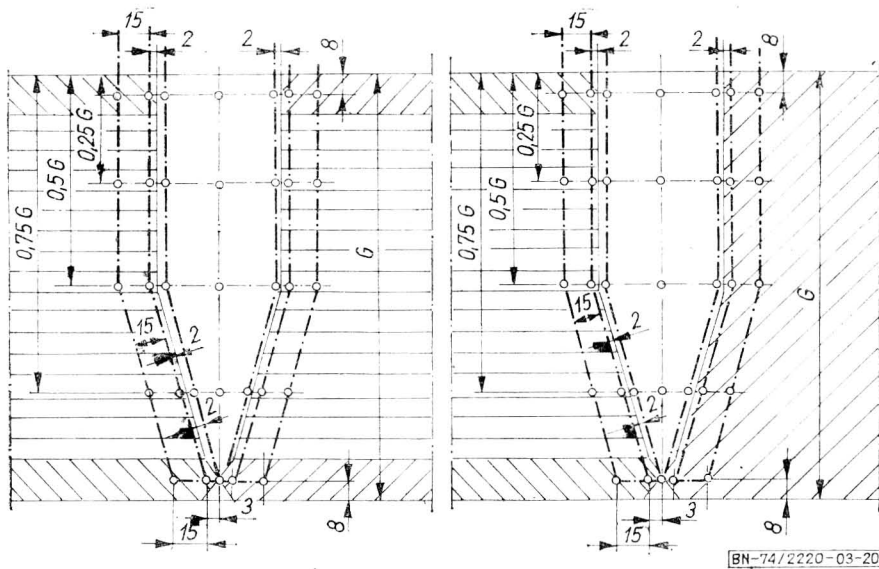
4.2.2.6. Badanie metalograficzne przeprowadza się na próbkach wyciętych w poprzek złącza spawanego z pierścienia kontrolnego. Powierzchnia badana powinna obejmować przekrój spoiny ze strefami wpływu temperatury oraz odcinkami metalu podstawowego przylegającymi do niej. Jakość spawania wg wyników badań metalograficznych powinna odpowiadać następującym wymaganiom: złącze spawane nie powinno wykazywać

- pęknięć w stopiwiu i strefie wpływu ciepła,
- miejsc niezspawanych pomiędzy warstwami spoin lub pomiędzy stopiwiem i brzegami spoiny,
- przyklejeń,

— braku przetopu.

Dopuszczalna jest obecność widocznych nieuzbrojonym okiem drobnych porów i wtrąceń żuźlowych w liczbie nie przekraczającej 5 na 1 cm² powierzchni przekroju spoiny w miejscu ich największego skupienia. Maksymalny rozmiar 1 wady nie może przekraczać 1,5 mm, zaś łączny wymiar wad nie powinien być większy niż 3 mm.

4.2.2.7. Badanie twardości spoiny. Twardość wszystkich stref złącza spawanego nie powinna przewyższać twardości metalu podstawowego więcej niż o 50%. Pomiar twardości złącz przeprowadza się wg rys. 20.



Rys. 20

4.2.3. Pomiary członów i gotowego naczynia należy

wykonać przez sprawdzenie wymiarów:

- średnicy zewnętrznej,
- średnicy wewnętrznej,
- grubości ścianki,
- owalizacji,
- długości członów,
- prostokątności obrabianych czoł do tworzącej cylindra (odchyłka od prostokątności nie powinna przekraczać 1 mm na średnicy zewnętrznej członu),
 - średnicy zewnętrznej den i pokryw,
 - grubości den i pokryw,
 - promieni kulistości zewnętrznej i wewnętrznej dna,
 - promieni wyoblen.

Ponadto należy sprawdzić przyleganie warstw na powierzchniach czołowych członów oraz na powierzchni czołowej części walcowej dna wielowarstwowego. Dopuszcza się szczeliny do 1 mm na długości $\frac{1}{4}$ obwodu i na głębokość nie większą niż 50 mm. Pomiary należy przeprowadzić za pomocą szablonów, przymiarów i sprawdzianów opracowanych na podstawie dokumentacji konstrukcyjnej wg praktyki w zakresie produkcyjnym. Sprawdzone wymiary powinny być naniesione na karty pomiarów elementów głównych naczynia wysokości ciśnieniowego rozłoczonego i nie powinny odbiegać od odchyłek i tolerancji ustalonych na rysunkach konstrukcyjnych.

4.2.4. Badanie den, pokryw, kołnierzy, śrub, nakrętek i pozostałych drobnych elementów polega na sprawdzeniu zgodności z dokumentacją i niniejszą normą w zakresie:

- materiałów,
- wymiarów i tolerancji,
- obróbki termicznej,
- gładkości powierzchni.

4.2.5. Badania naczynia

4.2.5.1. Rodzaje badań. Należy przeprowadzić następujące badania gotowego naczynia:

- a) badanie budowy naczynia,
- b) próba ciśnieniowa (hydrauliczna) naczynia,
- c) rewizja zewnętrzna naczynia w czasie próby hydraulicznej,
- d) rewizja zewnętrzna i wewnętrzna na próbie hydraulicznej.

4.2.5.2. Opis badań

a) Badanie budowy naczynia polega na sprawdzeniu, czy wykonanie naczynia jest zgodne z załączonymi dokumentami, wymaganiami przepisów UDT oraz na rewizji wewnętrznej.

b) Próba ciśnieniowa (hydrauliczna) naczynia. Próba ciśnieniowa ma na celu kontrolę szczelności naczynia i sprawdzenie jego wytrzymałości. Wysokości ciśnienia próby hydraulicznej przyjęte zgodnie z podaną w dokumentacji technicznej. Płyn zastosowany do przeprowadzenia próby ciśnieniowej powinien mieć temperaturę $10 \div 40^\circ\text{C}$ ($283 \div 313\text{ K}$). Podczas przeprowadzenia próby ciśnieniowej szybkość wzrostu lub spadku ciśnienia nie powinna przekraczać $10\text{ kG/cm}^2/\text{min}$ (1 MPA/min). Pod ciśnieniem próbnym naczynia należy utrzymywać w ciągu 15 min, po czym obniżyć ciśnienie jednostajnie z tą samą prędkością do ciśnienia obliczeniowego, a następnie podnieść jeszcze raz do wysokości ciśnienia próbnego, utrzy-

mywać naczynie pod tym ciśnieniem w ciągu 15 min i obniżyć do ciśnienia obliczeniowego p_{oz} , przy którym należy przeprowadzać oględziny naczynia.

Naczynie lub jego element wytrzymał próbę ciśnieniową, jeżeli w wyniku próby nie stwierdzono w naczyniu:

- pęknięć,
- przenikania cieczy lub gazu,
- odkształceń trwałych.

Do połączeń przy próbie wodnej zaleca się stosować połączenia rozłączne.

4.2.5.3. Rodzaje badań naczyń produkcyjnych.

Należy przeprowadzać badania materiałów wyjściowych elementów gotowego naczynia z następującymi uwagami:

- badania materiałów w pełnym zakresie podanym w 4.1.1 i 4.1.2,
- spoiny wzdłużne warstwy wewnętrznej należy badać w 100%,
- spoiny wzdłużne warstwy zewnętrznej i pośrednich należy badać przez rentgenowanie zgodnie z 4.2.1.3,
- spoiny obwodowe badać promieniami rentgena w 100%,
- spoiny obwodowe członu wielowarstwowego z monolitem (kołnierz, dno) badać ultradźwiękami w 100%,
- badanie innych elementów naczynia przeprowadzać w 100%.

4.2.5.4. Rodzaje badań naczyń dopuszczeniowych. Zakres badań naczyń dopuszczeniowych ustala projektant w porozumieniu z Dozorem Technicznym.

4.2.5.5. Rodzaje badań naczyń doświadczalnych. Zakres badań naczyń doświadczalnych ustala projektant uwzględniając cel doświadczenia, specjalne wymagania materiałowe, konstrukcyjne czy też technologiczne.

4.2.5.6. Badanie niszczące naczynia. W przypadku gdy naczynie przeznaczone jest do badań niszczących, projektant ustala warunki prób w postaci programu prób i badań. Badania te między innymi muszą obejmować:

- a) pomiary tensometryczne (dla zakresu sprężystego),
- b) pomiary wydłużeń obwodowych (dla zakresu plastycznego),
- c) pomiary wydłużeń osiowe (dla zakresu sprężystego i plastycznego).

Ciśnienie niszczące (p_{on}) oblicza się w MPa wg wzoru

$$p_{on} = R_m \cdot \beta$$

w którym: $\beta = \frac{D_z}{D_w}$

4.2.5.7. Poświadczenie wykonania i badania. Poświadczenie prawidłowego wykonania i badania naczynia lub elementu naczynia wystawia wytwórca. Poświadczenia wykonania i badania oraz cecha kontroli technicznej powinny być wybite na łbie lewego nit-wkręta lub na lewym nalutowanym krążku tabliczki fabrycznej, jak również na poszczególnych elementach zbiornika wg 2.3.1.

Do poświadczenia należy dołączyć rysunek rejestracyjny zbiornika lub elementu wykonany w miarę możliwości na jednym arkuszu o formacie najwyżej A0. Podane wymiary powinny umożliwić sprawdzenie obliczeń wytrzymałościowych i pojemności. Elementy zbiornika nie przedstawione dostatecznie wyraźnie dla sprawdzenia obliczeń powinny być przedstawione na odrębnych rysunkach wykonanych w większej skali. Na rysunku rejestracyjnym powinny być podane następujące dane:

- a) nr fabryczny zbiornika,
- b) rok budowy,
- c) ciśnienie i temperatura obliczeniowa,
- d) pojemność w m^3 ,
- e) obliczenie wytrzymałościowe poszczególnych elementów,
- f) karty pomiarów głównych elementów,
- g) wykaz wyrobów hutniczych wraz z poświadczeniami (atestami) badań materiałowych,
- h) świadectwo obróbki cieplnej (rodzaj i przebieg),
- i) wykaz spawaczy, którzy wykonali złącza spawane,
- j) wykaz wyników badań złączy spawanych oraz szkicowy rysunek rozłożenia spoiny z podaniem miejsc prześwietleniowych lub zbadanych innymi metodami,
- k) wykaz osprzętu wraz z poświadczeniami badań (atestami), w którym powinno być podane dopuszczalne ciśnienie i temperatura.

Poświadczenie zszyte w jedną całość wraz z załącznikami powinno być sporządzone w dwóch egzemplarzach przeznaczonych dla nabywcy.

Wzory poświadczeń oraz wykazów ustala Urząd Dozoru Technicznego.

Właściwy Okręgowy Dozór Techniczny może w uzasadnionych przypadkach zwolnić od załączenia do wykazu materiałów i osprzętu poświadczeń (atestów), jeżeli poświadczenia te będą przechowywane w kontroli technicznej zakładu i przedkładane na każde żądanie organom dozoru technicznego.

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Ośrodek Bada-
wczo-Rozwojowy Przemysłu Budowy Urządzeń Chemicz-
nych CEBEA — Kraków.

2. Normy związane

PN-71/H-04310 Próba statyczna rozciągania metali

PN-69/H-04370 Próba udarności stali i staliwa

PN-75/H-82160 Aluminium do przeróbki plastycznej. Ga-
tunki

PN-70/H-92741 Aluminium i stopy aluminium. Blachy
walcowane na zimno

PN-58/H-93009 Stalowe pręty łuszczone

PN-72/H-93014 Stal konstrukcyjna węglowa i stopowa.

Wyroby ciągnięte, szlifowane, łuszczone i polerowane

PN-60/H-93015 Pręty stalowe do wyrobu śrub, nakrętek
i rozpórek pracujących w podwyższonych temperatu-
rach

PN-71/H-94004 Stal konstrukcyjna węglowa i stopowa.

Odkuwki swobodnie kute

PN-70/H-94009 Odkuwki i pręty kute stalowe przeznaczo-
ne na urządzenia energetyczne. Wymagania i badania

PN-74/M-01146 Rysunek techniczny. Oznaczanie chropo-
watości i falistości powierzchni

PN-71/M-02048 Rozwartości kluczy i wymiary „pod
klucz”

PN-60/M-02104 Tolerancje i pasowania wałków i otwo-
rów. Wałki, otwory i pasowania normalne

PN-70/M-02113 Gwinty metryczne o średnicach 1 do
600 mm. Tolerancje

PN-67/M-69350 Topniki spawalnicze. Klasyfikacja

PN-70/M-69420 Druty i pręty stalowe do spawania

PN-64/M-69433 Elektrody stalowe do spawania stali wę-
glowych i niskostopowych

PN-75/M-69703 Spawalnictwo. Wady złączy spawanych.
Nazwy i określenia

PN-67/M-69707 Zasady wykonywania próbných złączy spa-
wanych i zgrzewanych

PN-64/M-69710 Próba statyczna rozciągania płaskich złączy
spawanych lub zgrzewanych doczołowo

PN-64/M-69720 Próba zginania płaskich złączy spawanych
lub zgrzewanych doczołowo

PN-64/M-69733 Próba udarności stalowych płaskich złączy
spawanych lub zgrzewanych doczołowo

PN-74/M-69772 Spawalnictwo. Klasyfikacja wadliwości
złączy doczołowych na podstawie radiogramów

PN-75/M-70055 Badania nieniszczące. Metody ultradźwię-
kowe. Badanie spoin w złączach doczołowych. Klasyfi-
kacja wadliwości spawanych złączy doczołowych o gru-
bości 6 do 30 mm

PN-70/M-82054 Śruby, wkręty i nakrętki stalowe ogólne-
go przeznaczenia. Ogólne wymagania i badania

BN-64/2205-01 Odchyłki wymiarów liniowych nietolero-
wanych do 10 000 mm

BN-76/2222-07/00 Naczynia wysokociśnieniowe. Połącze-
nia śrubowe

DT/Z/63 Przepisy Dozoru Technicznego. Stałe zbiorniki
ciśnieniowe