

Budowa zbiorników stalowych szwedzką metodą spiralną

Realizacja stalowych zbiorników magazynowych wiąże się z dużymi nakładami inwestycyjnymi. W artykule omówiono metodę śrubową budowy zbiorników, zwaną również metodą spiralną bądź szwedzką. Stanowi ona metodę alternatywną do powszechnie znanych i stosowanych metod i zapewnia wysokie bezpieczeństwo oraz skrócenie czasu budowy zbiornika, z jednoczesnym zachowaniem standardów jakościowych (rys. 1).



Rys. 1. Zbiorniki na paliwa płynne wznoszone metodą spiralną; Belgia 2017 r.

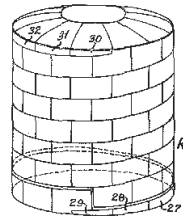
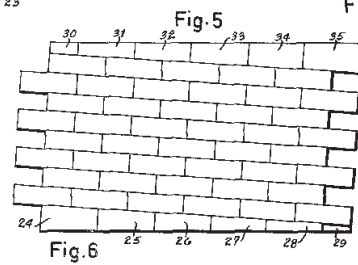
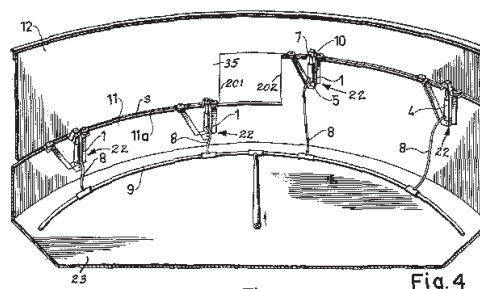
Istnieją trzy podstawowe metody budowy zbiorników [2, 3]: nadbudowy pierścieni; podbudowy pierścieni przy pionowym podnoszeniu konstrukcji bądź obrocie konstrukcji po linii śrubowej (metoda śrubowa) oraz rulonowa.

Metoda spiralna została opracowana niezależnie w firmie Rodoverken (obecnie Midroc Rodoverken AS) w Szwecji, założonej przez *Rodolfo Arbella*, oraz w firmie Kralovopolska Strojirna Zavod Klementa Gottwalda z Brna. W 1964 r. w Szwecji został z wykorzystaniem metody spiralnej, opatentowanej w 1965 r., zmontowany pierwszy zbiornik (rys. 2). W roku 1964 wymieniona firma z Brna opracowała i jednocześnie opatentowała śrubową metodę montażu pobocznic zbiorników cylindrycznych [2]. Obydwa rozwiązania różnią się od siebie sposobem posuwu górnej części montowanego płaszcza zbiornika. W metodzie szwedzkiej, stosowanej do dzisiaj, do podnoszenia i obrotu wykorzystuje się hydrauliczne stoliki, które unoszą górną część płaszcza wraz z dachem, jednocześnie go przeciągając. W metodzie czeskiej, obecnie zaniechanej, realizowano ten proces z użyciem zsynchronizowanego zespołu rolek identycznych jak w zbroczach linowych.

W Polsce pierwszy raz w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku zastosowano metodę czeską przy budowie zbiornika o objętości 17 800 m³ [2, 3]. Zbiorniki wznoszono przy użyciu żeliwnych rolek, po których była przeciągana wstęga blachy. Ze względu na błędy przy tyczeniu zbiornika, w efekcie których nastąpiło znaczne odchylenie

od kształtu okrągłego najniższego pierścienia, przy obrocie płaszcza powstały naprężenia powodujące wyłamywanie obrzeży rolek lub pęknięcie ich korpusów. Z osiemdziesięciu rolek jedynie cztery nie uległy zniszczeniu. Dokończenie budowy zbiornika wymagało wykonania dodatkowych konstrukcji wsporczych i to na długi czas zniechęciło polskich przedsiębiorców do korzystania z tej metody.

May 11, 1965 R. C. PETERZON-ARBELLA 3,182,958
APPARATUS FOR ERECTING A VERTICALLY EXTENDING CYLINDRICAL CASING
Filed Nov. 7, 1961 4 Sheets-Sheet 4



INVENTOR
RODOLFO CARMELO PETERZON-ARBELLA
BY *Albert J. Sarker*
ATTORNEY

Rys. 2. Karta z wniosku patentowego metody szwedzkiej *Rodolfo Arbella*, 1965 r.

W Europie metodę spiralną stosuje się w budowie zbiorników od ponad 50 lat. Do dnia dzisiejszego została wykorzystana przy budowie ponad 300 zbiorników o objętości od 3000 m³ wzwyż. Największy zbiornik zbudowany tą metodą mieści 105 000 m³ skroplonego gazu (LNG) i znajduje się w Kartagenie, w Hiszpanii [1]. Został wykonany ze stali niklowej (9%Ni).

Opis metody szwedzkiej

Konstrukcja płaszcza zbiornika budowanego metodą spiralną różni się od płaszcza zbiornika pionowego walcowego układem blach w płaszczu, gdyż składa się nie z pierścieni blach o jednakowej grubości, lecz z arkuszy blach zespawanych między sobą wzdłuż krótszej krawędzi, tworzących zwiniętą wstęgę. W tym układzie spoiny w kierunku dłuższej krawędzi blach nie są poziome, tylko

ukośne, o nachyleniu dostosowanym do śrubowego kształtu najniższej części płaszczu.

Montaż dna zbiornika w metodzie spiralnej nie różni się od pozostałych stosowanych metod. Pierścień obrzeżny dna jest układany i spawany, a następnie są układane blachy środkowej części dna. Łączenie arkuszy może być wykonywane jako nakładkowe lub doczołowe na podkładce.

Pierwszy pierścień blach płaszczu zbiornika walcowego (carga) jest spawany w kształcie rozwiniętego klina, tworzącego linię śrubową. Carga jest stabilizowana stalowymi zastrzałami spawanymi z jednej strony do dna, a z drugiej do cargin. Na górnej krawędzi blach są mocowane hydrauliczne stoliki, które służą do skokowego „przeciągania” górnej części zbiornika (rys. 3). W dolnym obwodzie jest pozostawiany otwór montażowy o dużych wymiarach, służący do komunikacji z wnętrzem zbiornika.



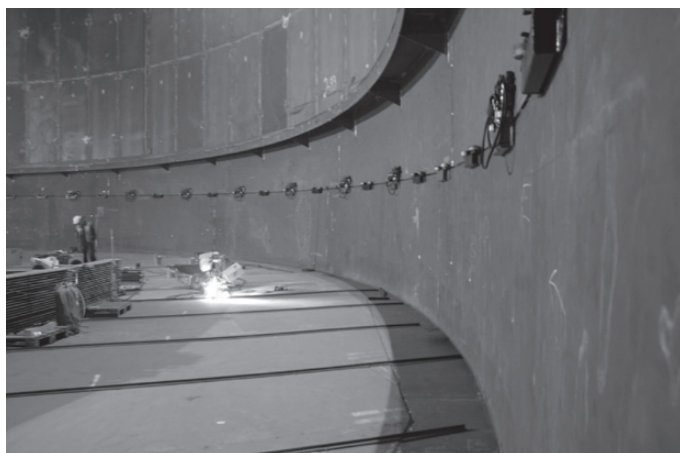
Rys. 3. Widok wnętrza zbiornika podczas montażu cargin dolnej. W górnej części są widoczne elementy rolek do posuwu blach (fot. firma Midroc Rodoverken AS)

Na uformowaną w ten sposób płaszczyznę, nachyloną po obwodzie wzdłuż osi ściany, układa się warstwę „wyrównującą”, której górna pozioma krawędź stanowi podporę dachu i jest usztywniona pierścieniem obwodowym (rys. 4).



Rys. 4. Montaż górnej warstwy blach wraz z usztywnieniem dachowym (fot. firma Midroc Rodoverken AS)

Następnie montuje się pierścienie wiatrowe lub dach wraz z całym osprzętem technologicznym (rys. 5). Montaż dachu, w zależności od średnicy zbiornika, wykonuje się przez nałożenie wcześniej przygotowanego modułu bądź



Rys. 5. Zmontowane dwie warstwy klinowe – górna i dolna wraz z pierścieniem usztywniającym; widoczne wyposażenie do przesuwania części dachowej (fot. firma Midroc Rodoverken AS)

budowę z mniejszych elementów z wykorzystaniem podpór tymczasowych.

Montaż „wstęgi” jest wykonywany z prostokątnych arkuszy blach. Do zewnętrznej części cargin dolnej lub zbiornika zewnętrznego są montowane wsporniki, które służą do układania blach tworzących wstęgę. Blachy układa się w odwróconej kolejności, tj. od najwyższych (dachowych) po najniższe, spawane do dolnej cargin. Po wstawieniu na dolne podpory, arkusz jest zabezpieczony górną klamrą przed odpadnięciem od ściany (rys. 6), a następnie dosuwany do wcześniej przygotowanej spawanej części dachowej. Po tej operacji jest wykonywana od zewnątrz spoina krótszej krawędzi arkusza blachy. Część dachowa jest obracana wokół głównej osi zbiornika za pomocą hydraulicznych podnośników. Ruch ten powoduje, że blacha jest wprowadzana między dolną a górną, klinową część płaszczu. Wolna krawędź zajmuje pozycję, w której wcześniej kończyła się wstęga. Arkusze wciągane do wnętrza zbiornika tworzą jego powłokę. Następnie wykonuje się spoinę wewnętrzną pionową (rys. 7) oraz spoiny zewnętrzne i wewnętrzne wzdłuż linii śrubowej (rys. 8).



Rys. 6. Układanie blach do spawania wstęgi na zewnętrznych uchwytach (fot. firma Midroc Rodoverken AS)

Spiralna spoina poboczniczy wymusza specjalną konstrukcję pierścieni usztywniających, która nie powoduje nakładania się spoin (rys. 9).

Należy nadmienić, że po wykonaniu „skoku” zbiornik stabilizuje się pod ciężarem własnym i nie ma ryzyka cof-



Rys. 7. Stacjonarne rusztowania do spawania wewnętrznego obwodowego, szlifowania spoin, sterowania obrotem i wykonywania badań nieniszczących (fot. firma Midroc Rodoverken AS)



Rys. 8. Okno montażowe umożliwiające komunikację, wraz ze stanowiskiem do spawania wewnętrznych spoin pionowych (fot. firma Midroc Rodoverken AS)



Rys. 9. Charakterystyczne łączenie usztywniających pierścieni obwodowych wraz z „mijanką” spoin ułożonych spiralnie (fot. firma Midroc Rodoverken AS)

nięcia się spirali. Wraz z postępem prac spawalniczych wykonywane są badania nieniszczące.

Zalety i wady metody szwedzkiej

Podstawową zaletą metody jest zachowanie najwyższych standardów bezpieczeństwa podczas prowadzonych prac. Wszystkie roboty, takie jak montaż blach, spawanie, kontrola jakości spoin czy ewentualne naprawy, prowadzi się na stacjonarnych stanowiskach, które są zabezpieczone przed wpływem warunków atmosferycznych. Stanowiska te są usytuowane na wysokości do 4,0 m nad poziomem dna zbiornika. Ponadto stosowanie zaawansowanego sprzętu umożliwiającego automatyzację prac spawalniczych oraz warunki układania spoin umożliwiają przyjęcie podczas projektowania zbiornika pełnej nośności spoin wykonywanych na budowie. Takie rozwiązanie zapewnia minimalizowanie możliwości powstawania błędów spawalniczych oraz ogranicza ilość prac przygotowawczych na budowie.

Ograniczenie ilości prac wykonywanych na wysokości, a także potrzeby używania dźwigów powodują, że metodę tę można stosować w miejscach o ograniczonej dostępności, takich jak eksploatowane instalacje przemysłowe bądź wewnętrzne zbiorniki w systemach dwupłaszczowych.

Wykorzystując metodę szwedzką, można skrócić czas budowy poboczniczy zbiornika o około 20÷30% w stosunku do metody nadbudowy pierścieni.

Najważniejsze ograniczenie metody spiralnej dotyczy minimalnej średnicy zbiornika wynoszącej 12 m. Ze względu na duże zakrzywienie tworzącej płaszczyznę zbiorników o mniejszej średnicy mogą się klinować podczas obrotu. W literaturze [1] podano jako wadę fakt, że ewentualne wadliwe arkusze blach mogą spowodować konieczność wstrzymania prac i trudności zastąpienia bądź wymiany takich arkuszy. W praktyce, przy prawidłowym przygotowaniu prac oraz odpowiedniej organizacji kontroli jakości takie sytuacje nie mają miejsca.

Podsumowanie

Metoda spiralna (śrubowa) ma wiele zalet, m.in. wysoki poziom bezpieczeństwa pracowników i szybki postęp montażu płaszczyzn z zachowaniem najwyższych standardów jakości. Metoda ta sprawdza się przy budowie zbiorników o wysokości ponad 25 m, takich jak akumulatory ciepła czy też zbiorników na skroplony gaz, wykonywanych ze stali wysokoniklowych. Według autora metoda ta będzie zyskiwać na popularności zarówno w Polsce, jak i zagranicą.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Long B., Garner B.: Guide to storage tanks & equipment. Professional Engineering Publishing 2004.
- [2] Ziółko J., Orlik G.: Montaż konstrukcji stalowych. Arkady, Warszawa 1980.
- [3] Ziółko J.: Zbiorniki metalowe na ciecze i gazy. Arkady, Warszawa 1986.