

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **239305**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432526**

(51) Int.Cl.

B23K 20/12 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **09.01.2020**

(54)

Sposób zgrzewania tarcowego z przemieszaniem

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

12.07.2021 BUP 15/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

22.11.2021 WUP 34/21

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA RZESZOWSKA
IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ANDRZEJ KUBIT, Krosno, PL
TOMASZ TRZEPIECIŃSKI, Bratkowice, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Ilona Szuba

PL 239305 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób zgrzewania tarcowego z przemieszaniem, zwłaszcza do zgrzewania śrub montażowych z blachą karoserii samochodowej wykonanej z lekkich stopów metali nieżelaznych.

Według, opublikowanego przez Departament for Buissness, Energy and Industrial Strategy (BEIS), raportu, umieszczonego na stronie https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/790626/2018-provisional-emissions-statistics-report.pdf, 26% emisji gazów cieplarnianych w Wielkiej Brytanii jest emitowanych przez transport. Podobna tendencja występuje w większości krajów rozwiniętych. Głównym źródłem tych zanieczyszczeń są silniki spalinowe zarówno benzynowe, jak i silniki Diesla.

W publikacji, na stronie www.europarl.europa.eu oraz w publikacji R. S. Mishra, Z. Y. Ma pt.: „Comparative study on the differences between the EU and US legislation on emission in the automotive sector”, Study by EMIS Commitee, Mater. Sci. Eng. R 50 (2005) 1–78, International Council on Clean Transportation wykazano, że ograniczenie emisji dwutlenku węgla do poziomu 95 g/m. w odniesieniu do pojazdów, można osiągnąć poprzez obniżenie ich masy.

Konieczność redukcji emisji szkodliwych związków przez środki transportu wymusza zmianę konstrukcji pojazdów, a tym samych technologii ich wytwarzania. W publikacji Shen Z., Yang X., Yang S., Zhang Z., Yin Y. pt.: „Microstructure and mechanical properties of fiction spot welded 6061-T4 aluminium alloy”. Mater Des 2014; 766–778 przedstawione zostało zastosowanie lekkich stopów metali nieżelaznych, zwłaszcza stopów aluminium, przede wszystkim na element konstrukcyjne lub poszycie samochodów. Stopy aluminium są obecnie materiałem powszechnie stosowanym, w przemyśle lotniczym.

Metale nieżelazne są trudno spawalne, dlatego możliwości ich łączenia, upatrywane są w metodach tarcowych. Jak przedstawiono w publikacji Haghshenas M., Gerlich A. P. pt.: „Joining of automotive sheet materials by friction-based welding methods: A review”, Engineering Science and Technology, an International Journal 21 (2018), 130–148 tarcowe zgrzewanie jest szczególnie efektywne dla łączenia ze sobą różnych metali. Według informacji zawartych w tej publikacji uwaga przemysłu motoryzacyjnego w zakresie łączenia skupia się na trzech obszarach: łączenie fragmentów przetłoczonych elementów celem uzyskania dużych struktur, łączenie elementów usztywniających oraz punktowe łączenie elementów montażowych.

Zgodnie z informacjami podanymi w publikacji P. L. Threadgill, A. J. Leonard, H. R. Shercliff, P. J. Withers zamieszczonymi w Int. Mater. Rev. 54, 2009, 49–93, tarcowe zgrzewanie jest technologią szczególnie atrakcyjną dla przemysłu motoryzacyjnego, ze względu na takie cechy jak niewielka strefa wpływu ciepła, wysoka wytrzymałość styczna i zmęczeniowa, technologia przyjazna dla środowiska o niskim zapotrzebowaniu na energię, a ponadto jest ona relatywnie tania i łatwa do automatyzacji.

Wykonawcy projektu LightBlank, przedstawionego na stronie internetowej www.lightblank.com/the-project, który ukierunkowany jest na technologie wytwarzania lekkich konstrukcji dla transportu, zwłaszcza samochodowego, lotniczego i kolejowego, którego celem jest ograniczenie emisji dwutlenku węgla, również wskazują tarcowe technologie łączenia jako kluczowe sposoby wytwarzania lekkich struktur bazujących na stopach aluminium.

W ostatnich dwóch dekadach, technologia zgrzewania tarcowego z przemieszaniem jest rozwijana pod kątem łączenia trudnospawalnych stopów metali, takich jak wysokowytrzymałe stopy aluminium, co zostało przedstawione w publikacjach Buffa G., Fratini L., Piacentini M. pt.: „On-the influence of tool path-in friction stir spot welding of aluminium alloys”, J Mater Process Technol 2008; 208-(1–3):309–17 oraz Li W. Y.,-Chu Q., Yang X. W., Shen J. J., Vairis A., Wang W. B. pt.: „Microstructure-and morphology evolution of probeless friction stir spot welded joints of alumunium alloy”, J Mater Process Technol 2018; 252: 69–80.

W znanych sposobach zgrzewania tarcowego z przemieszaniem – Friction Stir Welding (FSW) oraz zgrzewania tarcowego z przemieszaniem i wypełnieniem krateru – Refill Friction Stir Spot Welding (RFSSW) wykorzystywane są narzędzia, które w swojej budowie zawierają trzpień stały, jak w sposobie zgrzewania tarcowego z przemieszczeniem albo trzpień wysuwany, jak w sposobie zgrzewania tarcowego z przemieszczeniem i wypełnieniem krateru. Trzpienie te penetrują co najmniej jedną z łączonych części w celu wytworzenia odpowiedniej ilości ciepła uplastyczniającego łączone materiały oraz zapewniającego mechaniczne wymieszanie łączonych materiałów. W znanych sposobach łączenia tarcowego proces nagrzewania i penetracji narzędziem odbywa się tylko z jednej strony złącza.

Z opisu zgłoszeniowego EP 0653265 A2 znane jest narzędzie do zgrzewania tarcowego, które składa się z kołnierza oporowego i trzpienia penetrującego mechanicznie łączone materiały, natomiast proces zgrzewania zachodzi w trzech etapach: zagłębienie, mieszanie i wycofanie narzędzia. Proces rozpoczyna się od propagacji wirującego narzędzia w głąb łączonych materiałów. W drugim etapie następuje mieszanie materiałów – narzędzie, z określoną siłą docisku, wykonuje ruch obrotowy, który powoduje mechaniczne mieszanie łączonych materiałów. W końcu, po osiągnięciu pożądanego zagłębienia, proces zgrzewania zostaje zatrzymany i narzędzie jest wycofywane do pozycji początkowej. Obecnie stosowane są różne kształty trzpienia penetrującego oraz stosowane są kołnierze oporowe o różnych profilach, zwłaszcza wklęsłe, wypukłe i płaskie.

Z opisu patentowego US 6722556 B2 znane jest narzędzie do zgrzewania tarcowego punktowego z przemieszczeniem i wypełnieniem krateru, które składa się z trzech elementów: dociskacza oraz umieszczonych na nim trzpienia i tulei. Proces łączenia odbywa się w czterech etapach. W pierwszym etapie łączone blachy są pozycjonowane na płaskim stole i są dociskane za pomocą dociskacza. W następnym etapie tuleja oraz trzpień wykonują ruch obrotowy, aby wstępnie, w wyniku oddziaływania sił tarcia zwiększyć temperaturę łączonych materiałów. Po zakończeniu tego etapu obracający się trzpień przemieszcza się w głąb łączonych materiałów, w tym samym czasie obracająca się tuleja wykonuje ruch przeciwny. Po osiągnięciu przez trzpień żądanej głębokości zostaje zmieniony kierunek ruchu posuwowego trzpienia i tulei.

Konieczność połączenia, różnych materiałów wynika stąd, że stopy aluminium nie spełniają wymagań wytrzymałościowych w czasie długotrwałej eksploatacji w punktach montażowych, w których z reguły dochodzi do znaczącej koncentracji naprężeń. Stąd, mimo konieczności stosowania karoserii z lekkich stopów aluminium, same elementy montażowe w wysoko-obciążonych węzłach konstrukcji powinny być wykonane z bardziej wytrzymałej stali.

Celem wynalazku było opracowanie nowego sposobu prowadzenia zgrzewania tarcowego, z przemieszczaniem, który umożliwi wykonanie trwałego, nierozłącznego połączenia elementów ze stopu aluminium z elementami stalowymi.

Sposób zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem, zwłaszcza śrub montażowych do blach karoserii samochodowych, w którym co najmniej dwa arkusze blach, są pozycjonowane, a tuleją górną, wykonywany jest ruch obrotowy i trzpieniem dolnym wykonywany jest ruch obrotowy, według wynalazku charakteryzuje się tym, że śrubę umieszcza się w tulei górnej, zaś pomiędzy tuleją górną a trzpieniem dolnym oraz jednocześnie wokół łba śruby umieszcza się tuleję spoiwową ze stopu aluminium, po czym podczas ruchu obrotowego tulei górnej uplastycznia się tuleję spoiwową, zaś poprzez ruch trzpienia dolnego uplastycznia się blachy, a następnie tuleję górną dociska się do blach i formuje się spoiwo z tulei spoiwowej wokół łba śruby oraz jednocześnie zgrzewa się to spoiwo z blachą.

Korzystnie trzpień dolny, tuleję górną, stempel dolny oraz stempel górny chłodzi się, przy czym chłodzenie trzpienia dolnego, tulei górnej, stempla dolnego i stempla górnego prowadzi się przez prowadzenie nadmuchu powietrza na ich powierzchnie albo prowadzi się przez prowadzenie przepływu cieczy chłodzącej przez ich powierzchnie.

Nowy sposób zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem pozwala na uzyskanie trwałego, nierozłącznego połączenia pakietu co najmniej dwóch blach stanowiących poszycie karoserii oraz jego wzmocnień, wykonanych ze stopu aluminium z gwintowanym trzpieniem stalowym. W tym nowym sposobie łączenia stalowy element zgrzewany pełni jednocześnie rolę narzędzia wywołującego tarcie celem uplastycznienia blachy. Zaletą nowego sposobu jest uzyskanie trwałego, nierozłącznego połączenia relatywnie niskim kosztem, uzyskanie połączenia metalicznego stal-stop aluminium wytrzymałego na przewidywane warunki eksploatacyjne, zwłaszcza na drgania, wilgotność, środowisko słone/kwaśne, możliwość automatyzacji procesu oraz wykonywanie zgrzein w krótkich odstępach czasowych.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia narzędzie do prowadzenia sposobu zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem, zwłaszcza śrub montażowych do blach karoserii samochodowych w przekroju wzdłużnym, fig. 2 – to samo narzędzie podczas formowania spoiwa wokół łba śruby w przekroju wzdłużnym, fig. 3 – wykres, na którym została przedstawiona zależność pozycji narzędzia do zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem, zwłaszcza śrub montażowych do blach karoserii samochodowych od czasu prowadzenia zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem oraz zależności prędkości obrotowej tulei górnej w czasie podczas prowadzenia zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem z wykorzystaniem tego narzędzia, fig. 4 – śrubę połączoną z blachami w przekroju wzdłużnym, natomiast fig. 5 – fragment karoserii samochodowej z przyłączoną śrubą montażową w przekroju wzdłużnym.

Narzędzie do zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem, zwłaszcza śrub 1 montażowych do blach 2 karoserii samochodowych, zawiera stempel dolny 3, który ma postać tulei, zaś wewnątrz tego stempla dolnego umieszczony jest trzpień dolny 4, który połączony jest z wałem, napędowym dolnym. Nad tym trzpieniem dolnym 4 umieszczony jest stempel górny 5 mający również postać tulei, w którym umieszczona jest tuleja górna 6, która połączona jest z wałem napędowym górnym. Wewnątrz tej tulei górnej 6, w jej górnej części zamocowany jest nieobrotowy uchwyt mocujący na śrubę 1.

Sposób zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem z wykorzystaniem narzędzia do zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem, zwłaszcza śrub 1 do blach 2 karoserii samochodowej, według wynalazku w pierwszym przykładzie realizacji, prowadzi się tak, że śrubę 1 mocuje się w nieobrotowym uchwycie mocującym na śrubę 1 w tulei górnej 6, który generuje siłę nacisku wzdłuż osi tej śruby 1. Pomiedzy stemplem dolnym 3 a stemplem górnym 5 umieszcza się pakiet blach 2 złożony z dwóch blach 2. Pomiedzy tuleją górną 1 a trzpieniem dolnym 3 oraz jednocześnie wokół łba śruby 1 umieszcza się tuleję spoiwową 7 ze stopu aluminium. Tuleję obrotową 6 oraz trzpień dolny 3 wprawia się w ruch obrotowy na skutek dociskania odpowiednią wartością sił osiowych dociskających te elementy do pakietu blach 2. Elementami obrotowymi wywołującymi ciepło na skutek sił tarcia są tuleja górna 6 oraz trzpień dolny 3. Dodatkowo narzędzie posiada stempel górny 5 oraz stempel dolny 3 do zaciskania pakietu blach 2 podczas całego procesu zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem. Tuleją górną 6 prowadzi się uplastycznianie tulei spoiwowej 7, zaś trzpieniem dolnym 3 prowadzi się uplastycznianie blach 2. Następnie tuleję górną 6 dociska się do blach 2 i wokół łba śruby formuje się spoiwo 8 z tulei spoiwowej 7 oraz jednocześnie to spoiwo 8 zgrzewa się z blachami 2, uzyskując trwałe, nierozłączne połączenie pomiędzy pakietem blach 2 a gwintowaną śrubą 1. Połączenie to ma charakter metaliczny typowy dla procesów zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem dzięki zastosowaniu odpowiednich parametrów ściśle związanych z rodzajem materiałów zgrzewanych oraz grubością pakietu zgrzewanych blach 2.

Sposób zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem z wykorzystaniem narzędzia do zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem, zwłaszcza śrub 1 do blach 2 karoserii samochodowej, według wynalazku, w drugim, przykładzie realizacji, taki jak w przykładzie pierwszym, z tym, że stempel dolny 3, trzpień dolny 4, stempel górny 5 oraz tuleję górną 6 chłodzi się przez nadmuch powietrza na ich powierzchnię.

Sposób zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem z wykorzystaniem narzędzia do zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem, zwłaszcza śrub 1 do blach 2 karoserii samochodowej, według wynalazku, w trzecim przykładzie realizacji, taki jak w przykładzie pierwszym, z tym, że w celu prowadzenia wysokowydajnej, zautomatyzowanej produkcji stempel dolny 3, trzpień dolny 4, stempel górny 5 oraz tuleję górną 6 chłodzi się przez przepływ cieczy chłodzącej przez ich powierzchnię.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zgrzewania tarcowego z przemieszczaniem, zwłaszcza śrub montażowych do blach karoserii samochodowych, w którym co najmniej, dwa arkusze blach są pozycjonowane, a tuleją górną wykonywany jest ruch obrotowy i trzpieniem dolnym wykonywany jest ruch obrotowy, **znamienny tym**, że śrubę (1) umieszcza się w tulei górnej (6), zaś pomiędzy tuleją górną (6) a trzpieniem dolnym (4) oraz jednocześnie wokół łba śruby (1) umieszcza się tuleję spoiwową (7) ze stopu aluminium, po czym podczas ruchu obrotowego tulei górnej (6) uplastycznia się tuleję spoiwową (7), zaś poprzez ruch trzpienia dolnego (4) uplastycznia się blachy (2), a następnie tuleję górną (6) dociska się do blach (2) i formuje się spoiwo (8) z tulei spoiwowej (7) wokół łba śruby (1) oraz jednocześnie zgrzewa się to spoiwo (8) z blachą (2).
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że trzpień dolny (4), tuleję górną (6), stempel dolny (3) oraz stempel górny (5) chłodzi się.
3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że chłodzenie trzpienia dolnego (4), tulei górnej (6), stempla dolnego (3) i stempla górnego (5) prowadzi się przez prowadzenie nadmuchu powietrza na ich powierzchnię.
4. Sposób, według zastrz. 2, **znamienny tym**, że chłodzenie trzpienia dolnego (4), tulei górnej (6), stempla dolnego (3) i stempla górnego (5) prowadzi się przez prowadzenie przepływu cieczy chłodzącej przez ich powierzchnię.

Rysunki

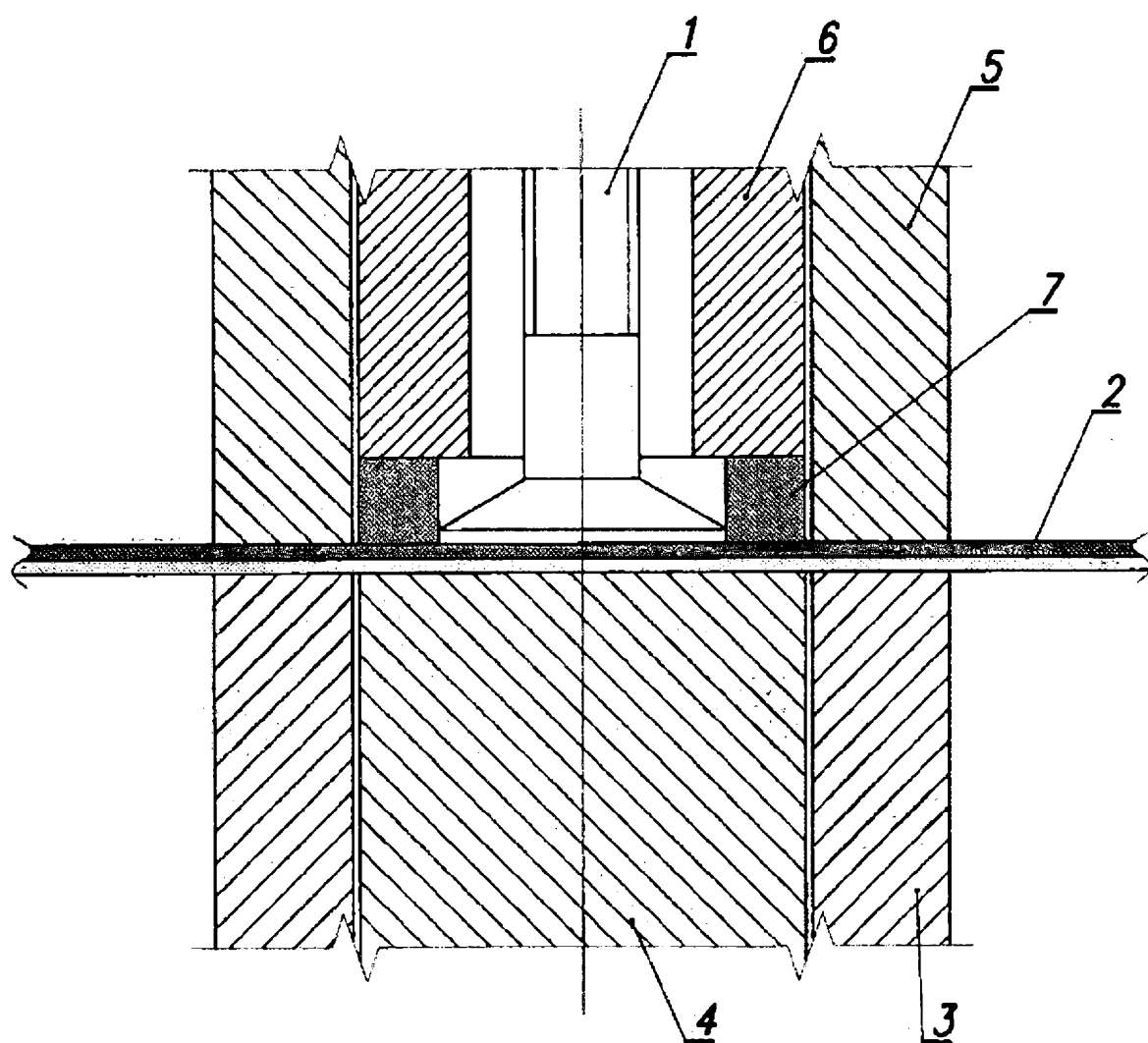


Fig. 1

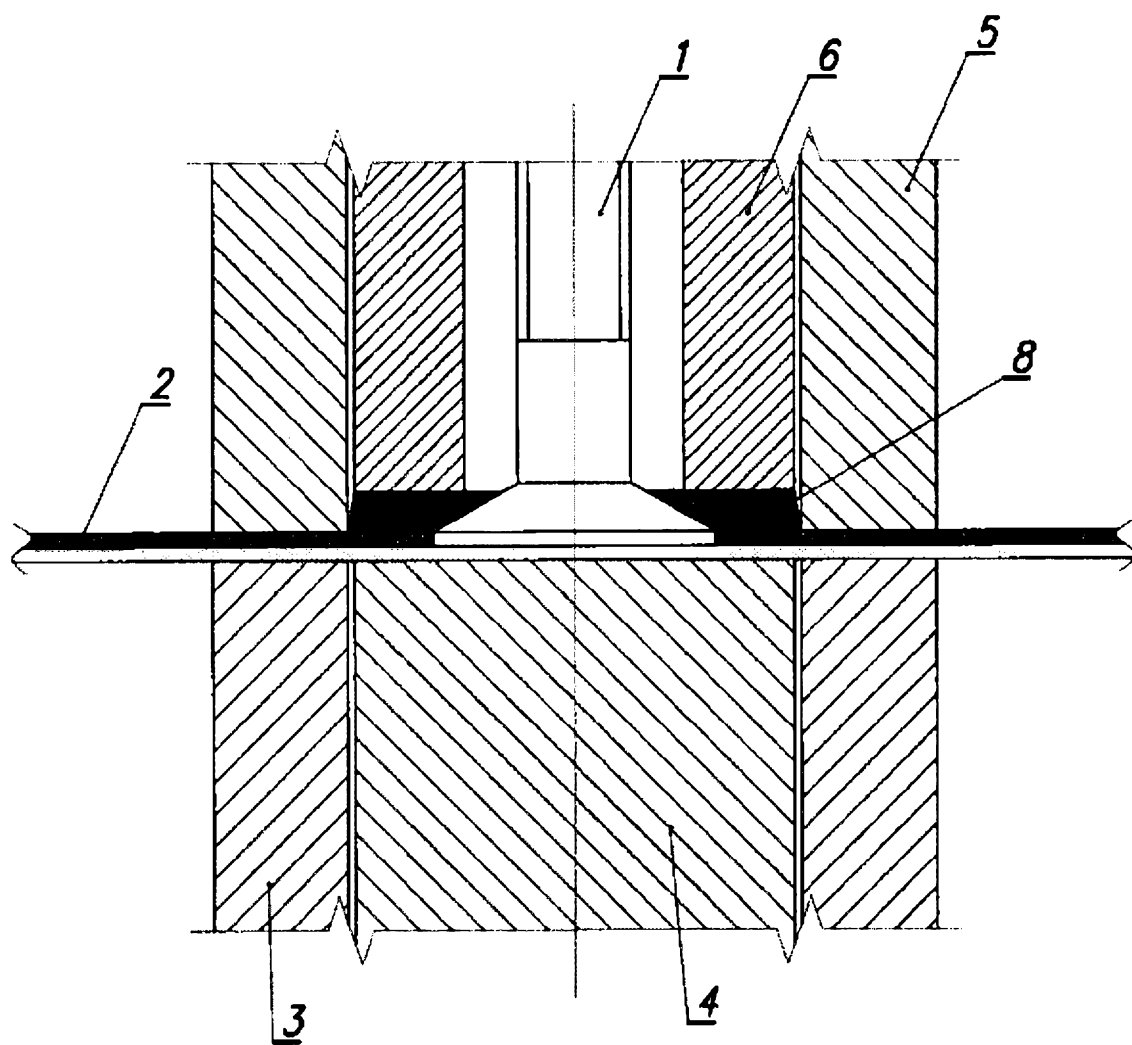


Fig. 2

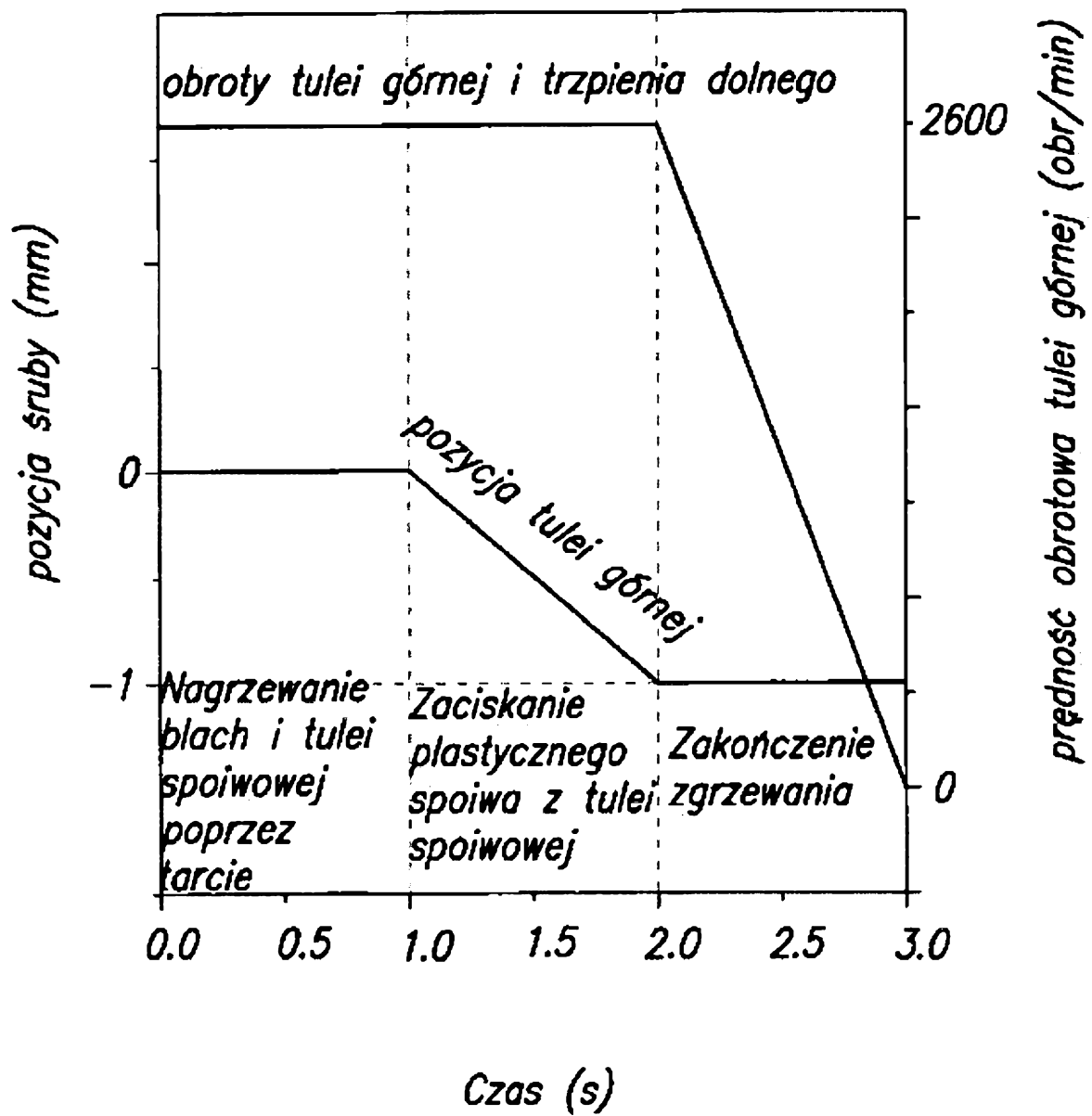
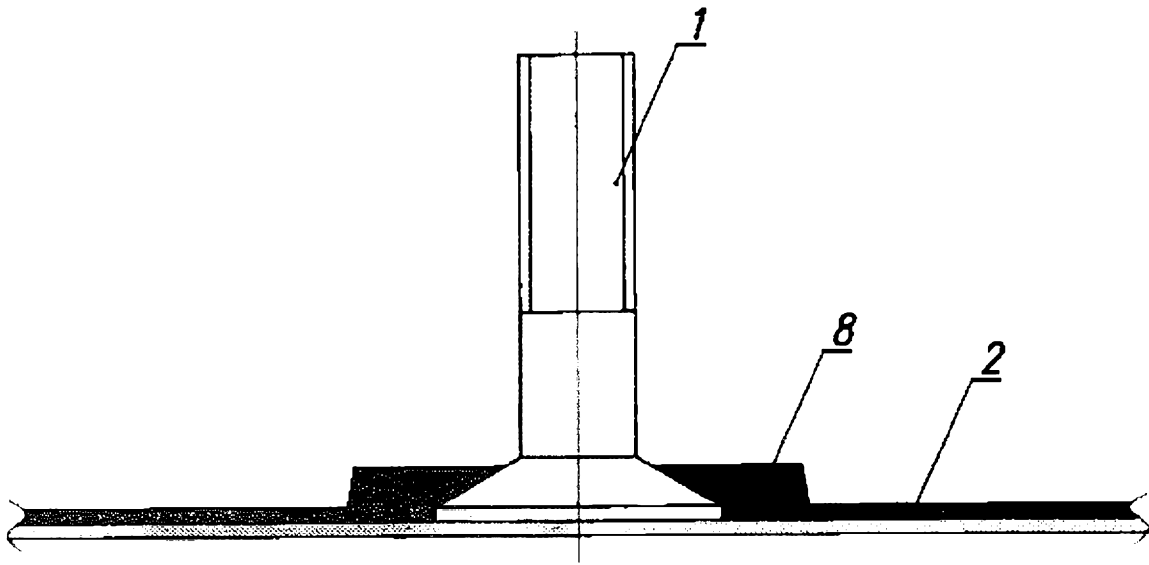
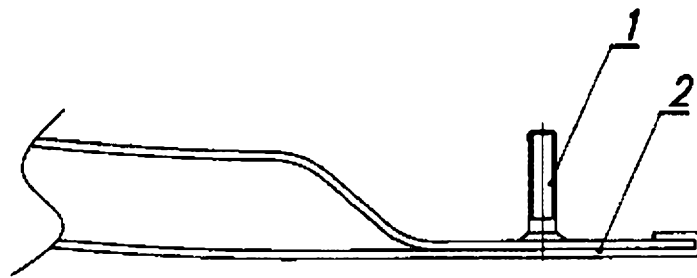


Fig. 3

*Fig. 4**Fig. 5*