

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242637 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **436795**

(22) Data zgłoszenia: **2021.01.28**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.08.01 BUP 31/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.03.27 WUP 13/2023**

(51) MKP:

H01R 43/048 (2006.01)

B30B 15/22 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**ERKO SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ SPÓŁKA
KOMANDYTOWA, Jonkowo, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**PIOTR KOWALEWSKI, Olsztyn, PL
ADAM SZTACHELSKI, Olsztyn, PL**

(74) Pełnomocnik:

Anna Górską, Kraków, PL

(54) Tytuł:

Sposób zaciskania złączek lub końcówek kablowych

PL 242637 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób zaciskania złaczek lub końcówek kablowych.

Z opisu patentowego nr US5152162 znany jest system do zaciskania złaczek kablowych charakteryzujący się tym, że automatycznie rozpoznaje rozmiar złaczki i określa minimalną dopuszczalną drogę roboczą w zależności od rozmiaru złaczki. System ten zaciska złaczki kablowe kontrolując ruch stempla zaciskowego przy użyciu komputera. System ten rozpoznaje także wcześniej ustalone dane potrzebne do zaciśnięcia złaczki i przynajmniej w pewnym stopniu zapisuje w pamięci parametry zaciskania, rozpoznaje nieprawidłowe zaciśnięcie złaczki lub końcówki kablowej.

Z amerykańskiego opisu patentowego nr US10724966 BB znany jest układ czujników do pomiaru połączenia zaciskowego zawierający jednostkę przetwarzania sygnału, układ czujnikowy działający w oparciu o promieniowanie optyczne oraz mechanizm poruszający przystosowany do przemieszczenia połączenia zaciskowego i czujnika, a także pierwszą jednostkę czujnikową przystosowaną do wykrywania przewodu połączenia zaciskowego, przy czym pierwsza jednostka czujnikowa dostarcza sygnał do przeprowadzenia pomiaru z układem czujników, drugą jednostkę czujnikową przystosowaną do wykrywania przewodu połączenia zaciskowego, druga jednostka czujnikowa dostarcza sygnał do zatrzymania pomiaru przy użyciu układu czujnika, przy czym układ czujnika odległościowego jest przystosowany do mierzenia odległości pomiędzy układem czujników a wieloma punktami powierzchni łącznika zaciskowego, podczas gdy połączenie zaciskowe jest w ruchu względem układu czujnikowego w celu określenia co najmniej jednego z poniższych: wymiar połączenia zaciskowego oraz kształt połączenia zaciskowego.

Z kolei z opisu zgłoszeniowego nr US2015311659 A1 znane jest urządzenie zaciskowe, w którym kontakt pomiędzy stykiem zaciskowym a ruchomym elementem prasy zacisku można sprawdzić za pomocą czujnika styku lub poprzez wykrywanie ruchu i/lub czasu. Siła zaciskania może być mierzona za pomocą czujnika siły. Tryb kompensacji jest uruchamiany w momencie, kiedy zostanie stwierdzony kontakt styków zacisku z elementem dociskowym, lub gdy tylko zostanie przekroczona ustalona wartość siły zaciskania.

Ze zgłoszenia patentowego nr US2007218749 AA znany jest sposób i urządzenie do określania geometrii złaczki kablowej. Sposób ten polega na zeskanowaniu powierzchni złaczki kablowej i określeniu jej parametrów geometrycznych przy zastosowaniu kolejnych kroków, to znaczy: przeprowadzenie wielu bezkontaktowych pomiarów powierzchni złaczki, stworzenie modelu złaczki na podstawie zmierzonych parametrów i obliczenie parametrów geometrycznych na podstawie modelu złaczki.

Z opisu zgłoszeniowego nr P.422990 znane jest urządzenie do zaciskania złaczek i końcówek kablowych składające się z obudowy, silnika z przekładnią, zespołu pompowego i głowicy zaciskowej posiadającej jarzmo podporowe dostosowane do zaciskania złaczek i końcówek kablowych o przekroju z zakresu 16–300 mm². Urządzenie to zawiera stempel zaciskowy, którego górna powierzchnia ma kształt stożka zakończonego czaszą kulistą, lub wycinka czaszy kulistej, lub wycinka dwóch różnych czasz kulistych. Urządzenie zawiera także elementy służące do pomiaru drogi pokonywanej przez stempel zaciskowy i elementy do pomiaru nacisku realizowanego przez pomiar ciśnienia w układzie hydraulicznym z wykorzystaniem przetworników ciśnienia z sygnałem prądowym lub napięciowym, lub obciążenia silnika zasilającego urządzenie, ponadto urządzenie zawiera płytkę sterującą z zapisanym algorytmem do sterowania procesem.

Zależność siła (lub ciśnienie tłoka ze stemplem zaciskowym) w funkcji jego przemieszczenia podczas procesu zaciskania złaczki lub końcówki na żyłę kablowej wykazuje nieliniowy przebieg. W początkowej fazie odkształceń sprężystych jest on uzależniony od wymiarów geometrycznych złaczki lub końcówki i narzędzi formujących oraz stałych sprężystych materiałów, a także sztywności całego układu. W fazie odkształceń plastycznych przebieg ten jest zależny od wymiarów geometrycznych złaczki lub końcówki i narzędzi formujących, materiału i budowy żyły kablowej oraz od tempa ewolucji własności wytrzymałościowych materiału złaczki i żyły. Z tego powodu nie da się *a priori* przewidzieć zależności ciśnienie tłoka ze stemplem zaciskowym w funkcji przemieszczenia tłoka podczas zaciskania złaczek lub końcówek nawet przy wiedzy odnośnie do wymiarów geometrycznych złaczki lub końcówki, żyły i narzędzi formujących oraz zastosowanych materiałów.

Nieoczekiwanie dowiedziono na drodze empirycznej w niniejszym wynalazku, że pole powierzchni pod wycinkiem krzywej ciśnienie tłoka – przemieszczenie tłoka w określonym zakresie tego

ciśnienia jest jednoznacznie skorelowane z materiałem złączki przy określonych wymiarach geometrycznych tej złączki. Stąd połączenie sposobu identyfikacji krytycznego wymiaru geometrycznego złączki (średnica zewnętrzna) z określeniem pola powierzchni pod wycinkiem krzywej ciśnienie tłoka – przemieszczenie tłoka pozwala jednoznacznie zidentyfikować materiał złączki lub końcówki. Wiedza o materiale złączki lub końcówki pozwala wykonać połączenie złączki lub końcówki z żyłą kablową o wysokiej jakości dzięki określeniu granicznych parametrów, przy których należy zakończyć proces zaciskania złączki lub końcówki na żyłę kablowej.

Wyznaczony doświadczalnie podział złączek i końcówek na zakresy średnic i przewidziane dla tych średnic zakresy ciśnienia, w których obliczane jest pole powierzchni pod wycinkiem krzywej ciśnienie tłoka – przemieszczenie tłoka, na podstawie której rozpoznawany jest materiał złączki zamieszczono w tabeli nr 1 poniżej. Dolny próg ciśnienia wyłącza zakres, w którym przebieg ciśnienia w funkcji przemieszczenia odbiega od funkcji liniowej. Górny próg ciśnienia określony został tak, aby zapewnić reprezentatywną ilość próbek do obliczenia pola powierzchni. Dla złączek i końcówek wykonanych zarówno ze stopów miedzi: Cu-ETP, Cu-DHP, Cu-OF oraz ze stopów aluminium: AW 1050A, AW 1070, AW 1370 z danego zakresu średnic obowiązują te same progi ciśnienia.

T a b e l a 1

Nr kategorii	Średnica minimalna [mm]	Średnica maksymalna [mm]	Dolny próg ciśnienia [bar]	Górny próg ciśnienia [bar]
1.	6	12,9	20	150
2.	13	16	50	200
3.	16,1	20,9	100	300
4.	21	25,9	200	350
5.	26	34	300	500

Istotą wynalazku jest sposób zaciskania złączek lub końcówek kablowych za pomocą urządzenia wyposażonego w tłok ze stemplem zaciskowym oraz sterownik, polegający na tym, że podczas procesu zaciskania złączki lub końcówki wykonanej ze stopu miedzi lub aluminium:

w pierwszym etapie dokonuje się pomiaru średnicy złączki lub końcówki kablowej,

w drugim etapie według średnicy klasyfikuje się złączkę lub końcówkę kablową do określonej kategorii, a mianowicie do kategorii 1 zalicza się złączki i końcówki kablowe o średnicach mieszczących się w przedziale 6–12,9 mm; do kategorii 2 zalicza się złączki i końcówki kablowe o średnicach mieszczących się w przedziale 13–16 mm, do kategorii 3 zalicza się złączki i końcówki kablowe o średnicach mieszczących się w przedziale 16,1–20,9 mm, do kategorii 4 zalicza się złączki i końcówki kablowe o średnicach mieszczących się w przedziale 21–25,9 mm, do kategorii 5 zalicza się złączki i końcówki kablowe o średnicach mieszczących się w przedziale 26–34 mm, przy czym odczyt średnicy realizowany jest przez pomiar drogi, jaką pokona stempel zaciskowy od położenia początkowego do momentu zetknięcia ze złączką lub końcówką umieszczoną w jarzmie. Moment zetknięcia stempla ze złączką sygnalizuje wzrost ciśnienia w cylindrze do wartości 40 bar,

w trzecim etapie stempel zaciskowy wciska się w złączkę lub końcówkę kablową oraz mierzy się drogę przemieszczenia tego stempla oraz wzrost ciśnienia w cylindrze, po czym określa się przebieg krzywej zależności ciśnienia od przemieszczenia tłoka w zakresie ciśnień przypisanym do danej kategorii, a mianowicie dla kategorii 1 w zakresie 20–150 bar, dla kategorii 2 w zakresie 50–200 bar, dla kategorii 3 w zakresie 100–300 bar, dla kategorii 4 w zakresie 200–350 bar, a dla kategorii 5 w zakresie 300–500 bar, a następnie oblicza się pole powierzchni pod tą krzywą w przypisanym zakresie,

w czwartym etapie porównuje się pole obliczone w trzecim etapie z wartością graniczną dla danej kategorii, a mianowicie: dla kategorii 1 wartość graniczna wynosi 418 mm², dla kategorii 2 wartość graniczna wynosi 606 mm², dla kategorii 3 wartość graniczna wynosi 1016 mm², dla kategorii 4 wartość graniczna wynosi 878 mm², dla kategorii 5 wartość graniczna wynosi 1358 mm²,

w piątym etapie określa się materiał złączki, a mianowicie jeżeli obliczone w etapie trzecim pole powierzchni pod krzywą jest mniejsze lub równe wartości granicznej, oznacza to, że złączka lub końcówka kablowa wykonana jest z miedzi lub jej stopu; jeśli obliczone pole jest większe od wartości granicznej, oznacza to, że złączka lub końcówka kablowa jest wykonana z aluminium lub jego stopu.

Korzystnie sposób realizowany jest za pomocą urządzenia składającego się z obudowy, silnika z przekładnią, zespołu pompowego oraz głowicy zaciskowej, która posiada jarzmo podporowe dostosowane do zaciskania złączek i końcówek kablowych o przekroju z zakresu 6–300 mm² tworzące gniazdo zaciskowe, przy czym urządzenie jest wyposażone w stempel zaciskowy oraz elementy służące do pomiaru drogi, jaką pokonuje stempel zaciskowy, oraz w elementy do pomiaru nacisku realizowanego poprzez pomiar ciśnienia w układzie hydraulicznym z wykorzystaniem przetworników ciśnienia, ponadto urządzenie zawiera płytkę sterującą z zapisanym algorytmem do sterowania procesami pomiaru drogi, kryterium rozpoznawania materiału, kryterium warunków wykonania poprawnego zaciśnięcia rozpoznanej złączki oraz baterię.

Korzystnie sposób realizowany jest z wykorzystaniem programu komputerowego.

Wynalazek odnosi się do sposobu zaciskania złączek i końcówek ponieważ złączki i końcówki wykonywane są z rur o tych samych wymiarach oraz z tego samego materiału. Wynalazek odnosi się również do urządzenia służącego do zaciskania złączek i końcówek kablowych tym sposobem. Dla potwierdzenia skuteczności metody wyniki w poniższych przykładach przedstawiono w oparciu o próby przeprowadzone na złączkach.

Przebieg ciśnienia w funkcji przemieszczenia tłoka dla złączek wykonanych ze stopów miedzi i aluminium z pierwszego przedziału średnic (wg tab. 1) zobrazowany jest na rys. 1–2. Obliczone pole powierzchni pod wycinkiem krzywej dla końcówek przedstawiono w tab. 2. Próby wykonano na końcówkach o przekroju 25 mm², co odpowiada średnicy: dla końcówek aluminiowych AL1 o średnicy × gr. ścianki: 12 × 2,6 mm oraz AL2 o średnicy × gr. ścianki: 10,4 × 2 mm; końcówki CU1 o średnicy × gr. ścianki: 10 × 1,5 mm CU2 o średnicy × gr. ścianki: 10 × 1,5 mm.

Na fig. 1 przedstawiono uśredniony rzeczywisty przebieg ciśnienia w funkcji przemieszczenia tłoka dla końcówek o przekroju 25 mm² wykonanych ze stopów miedzi i aluminium. Końcówki te są reprezentantami pierwszego przedziału średnic. Na wykresie zaznaczono progi ciśnienia, w których przeprowadzane jest określanie pola powierzchni pod wycinkiem krzywej.

Na fig. 2 przedstawiono aproksymację funkcji przebiegu ciśnienia dla końcówek o przekroju 25 mm². Korzystając z wykresu ciśnienia w funkcji przemieszczenia wyznaczono pole powierzchni pod wycinkiem krzywej dla badanego przedziału ciśnienia i przemieszczenia. Przedstawione wykresy wykonane na złączkach końcówkach miedzianych i aluminiowych wykonanych w oparciu o różne normy (różne średnice i różna grubość ścianki i stałego przekroju 25 mm² (oznaczenie na wykresie: AL1, AL2 końcówki aluminiowe; CU1, CU2 końcówki miedziane)). Następnie obliczono dla poszczególnych próbek pole powierzchni pod wycinkiem krzywej w przedziale ciśnień wg tabeli 1 (dla badanych próbek wartości pola zestawiono w tab. 2). W zestawieniu obserwowano wyraźne różnice w wartości pola powierzchni pod wycinkiem krzywej dla końcówek wykonanych ze stopów miedzi i aluminium. Na podstawie przeprowadzonych prób i występującej różnicy w wartości obliczonego pola dla badanych końcówek o przekroju 25 mm² możliwe jest wyznaczenie przedziału pola umożliwiającego klasyfikację materiałową końcówek.

Podczas zaprasowywania końcówki lub złączki po zetknięciu stempla z końcówką odczytywana jest średnica. Odczyt średnicy realizowany jest przez pomiar drogi, jaką pokona stempel zaciskowy od położenia początkowego do momentu zetknięcia ze złączką lub końcówką umieszczoną w jarzmie. Moment zetknięcia stempla ze złączką sygnalizuje wzrost ciśnienia w cylindrze do wartości 40 bar. W rozpatrywanym przypadku średnica złączki wynosi 12 mm. Po rozpoznaniu średnicy korzystając z warunków wg tab. 1 klasyfikujemy końcówkę do pierwszej grupy i na tej podstawie określony zostaje przedział ciśnień do pola powierzchni pod wycinkiem krzywej niezbędnej do określenia materiału. Po wyznaczeniu pola (w rozpatrywanym przypadku 522,71) porównujemy je z przedziałami wyznaczonymi doświadczalnie dla badanego przekroju (podział pola wykonujemy wyliczając średnią pomiędzy najmniejszą wartością dla końcówki aluminiowej i największą dla końcówki miedzianej w naszym przypadku 418). Wyznaczone przez nas pole ma wartość większą od 418 i na tej podstawie klasyfikujemy materiał końcówki jako stop aluminium.

Tabela 2

PRÓBKA	POCZĄTEK PRZEDZIAŁU CIŚNIENIA [bar]	KONIEC PRZEDZIAŁU CIŚNIENIA [bar]	POLE POWIERZCHNI POD WYKRESEM FUNKCJI APROKSIMUJĄCEJ W DANYM PRZEDZIALE CIŚNIENIA [J^2]
AL 1	20	150	522,71
AL 2			475,49
CU 1			304,42
CU 2			360,98

Stąd dla pola powyżej wartości 418 klasyfikujemy materiał jako stop aluminium, a dla pola poniżej tej wartości jako stop miedzi.

Przebieg ciśnienia w funkcji drogi dla złączek wykonanych ze stopów miedzi i aluminium z drugiego przedziału średnic (wg tab. 1) zobrazowany jest na fig. 3–4. Obliczone pole powierzchni pod wycinkiem krzywej dla złączek przedstawiono w tab. 3. Próby przeprowadzono na końcówkach o przekroju 50 mm^2 , co odpowiada średnicy: dla złączek aluminiowych AL1 o średnica $\times$ gr. ścianki: $16 \times 3,1 \text{ mm}$ oraz AL2 o średnica $\times$ gr. ścianki: $14 \times 2,4 \text{ mm}$; końcówkach CU1 o średnica $\times$ gr. ścianki: $14 \times 2 \text{ mm}$ CU2 o średnica $\times$ gr. ścianki: $14,5 \times 2,25 \text{ mm}$.

Na fig. 3. przedstawiono uśredniony rzeczywisty przebieg ciśnienia tłoka w funkcji przemieszczenia tłoka dla złączek o przekroju 50 mm^2 wykonanych ze stopów miedzi i aluminium. Końcówki te są reprezentantami drugiego przedziału średnic. Na wykresie zaznaczono progi ciśnienia, w których przeprowadzane jest badanie.

Na fig. 4 przedstawiono aproksymację funkcji przebiegu ciśnienia dla końcówek o przekroju 50 mm^2 . Korzystając z wykresu ciśnienia w funkcji przemieszczenia wyznaczono pole powierzchni pod wycinkiem krzywej dla badanego przedziału ciśnienia i przemieszczenia. Przedstawione wykresy wykonane na złączkach końcówkach miedzianych i aluminiowych wykonanych w oparciu o różne normy (różne średnice i różna grubość ścianki i stałego przekroju 50 mm^2 (oznaczenie na wykresie: AL1, AL2 końcówki aluminiowe; CU1, CU2 końcówki miedziane)). Następnie obliczono dla poszczególnych próbek pole powierzchni pod wycinkiem krzywej w przedziale ciśnień wg tab. 1 (dla badanych próbek wartości pola zestawiono w tab. 3). W zestawieniu obserwowano wyraźne różnice w wartości pola powierzchni pod wycinkiem krzywej dla końcówek wykonanych ze stopów miedzi i aluminium. Na podstawie przeprowadzonych prób i występującej różnicy w wartości obliczonego pola dla badanych końcówek o przekroju 50 mm^2 możliwe jest wyznaczenie przedziału pola umożliwiającego klasyfikację materiałową końcówek.

Podczas zaprasowywania końcówki lub złączki po zetknięciu stempla z końcówką odczytywana jest średnica (w rozpatrywanym przypadku 16 mm). Po rozpoznaniu średnicy korzystając z warunków wg tabeli 1 klasyfikujemy końcówkę do drugiej grupy i na tej podstawie określony zostaje przedział ciśnień do pola powierzchni pod wycinkiem krzywej niezbędnej do określenia materiału. Po wyznaczeniu pola (w rozpatrywanym przypadku $714,61$) porównujemy je z przedziałami wyznaczonymi doświadczalnie dla badanego przekroju (podział pola wykonujemy wyliczając średnią pomiędzy najmniejszą wartością dla końcówki aluminiowej i największą dla końcówki miedzianej w naszym przypadku 606). Wyznaczone przez nas pole ma wartość większą od $714,61$ i na tej podstawie klasyfikujemy materiał końcówki jako stop aluminium.

Tabela 3

PRÓBKA	POCZĄTEK PRZEDZIAŁU CIŚNIENIA [bar]	KONIEC PRZEDZIAŁU CIŚNIENIA [bar]	POLE POWIERZCHNI POD WYKRESEM FUNKCJI APROKSIMUJĄCEJ W DANYM PRZEDZIALE CIŚNIENIA [J^2]
AL 1	50	200	714,61
AL 2			733,77
CU 1			498,60
CU 2			496,78

Stąd dla pola powyżej wartości 606 klasyfikujemy materiał jako stop aluminium, a dla pola poniżej tej wartości jako stop miedzi.

Przebieg ciśnienia w funkcji drogi dla złązek wykonanych ze stopów miedzi i aluminium z czwartego przedziału średnic (wg tab. 1) zobrazowany jest na fig. 5–6. Obliczone pole powierzchni pod wycinkiem krzywej dla złązek przedstawiono w tab. 4. Próby przeprowadzono na końcówkach o przekroju 95 mm^2 , co odpowiada średnicy: dla złązek aluminiowych AL1 o średnica $\times$ gr. ścianki: $18,5 \times 3,65 \text{ mm}$ oraz AL2 o średnica $\times$ gr. ścianki: $18 \times 2,6 \text{ mm}$; końcówkach CU1 o średnica $\times$ gr. ścianki: $19 \times 2,75 \text{ mm}$ CU2 o średnica $\times$ gr. ścianki: $18 \times 2,25 \text{ mm}$.

Na fig. 5. przedstawiono uśredniony rzeczywisty przebieg ciśnienia tłoka w funkcji przemieszczenia tłoka dla złązek o przekroju 95 mm^2 wykonanych ze stopów miedzi i aluminium. Końcówki te są reprezentantami trzeciego przedziału średnic. Na wykresie zaznaczono progi ciśnienia, w których przeprowadzane jest badanie.

Na fig. 6 przedstawiono aproksymację funkcji przebiegu ciśnienia dla końcówek o przekroju 95 mm^2 . Korzystając z wykresu ciśnienia w funkcji przemieszczenia wyznaczono pole powierzchni pod wycinkiem krzywej dla badanego przedziału ciśnienia i przemieszczenia. Przedstawione wykresy wykonane na złączkach końcówkach miedzianych i aluminiowych wykonanych w oparciu o różne normy (różne średnice i różna grubość ścianki i stałego przekroju 95 mm^2 (oznaczenie na wykresie: AL1, AL2 końcówki aluminiowe; CU1, CU2 końcówki miedziane)). Następnie obliczono dla poszczególnych próbek pole powierzchni pod wycinkiem krzywej w przedziale ciśnień wg tab. 1 (dla badanych próbek wartości pola zestawiono w tab. 4). W zestawieniu obserwowano wyraźne różnice w wartości pola powierzchni pod wycinkiem krzywej dla końcówek wykonanych ze stopów miedzi i aluminium. Na podstawie przeprowadzonych prób i występującej różnicy w wartości obliczonego pola dla badanych końcówek o przekroju 95 mm^2 możliwe jest wyznaczenie przedziału pola umożliwiającego klasyfikację materiałową końcówek.

Podczas zaprasowywania końcówki lub złączki po zetknięciu stempla z końcówką odczytywana jest średnica (w rozpatrywanym przypadku $18,5 \text{ mm}$). Po rozpoznaniu średnicy korzystając z warunków wg tab. 1 klasyfikujemy końcówkę do trzeciej grupy i na tej podstawie określony zostaje przedział ciśnień do pola powierzchni pod wycinkiem krzywej niezbędnej do określenia materiału. Po wyznaczeniu pola (w rozpatrywanym przypadku $1192,11$) porównujemy je z przedziałami wyznaczonymi doświadczalnie dla badanego przekroju (podział pola wykonujemy wyliczając średnią pomiędzy najmniejszą wartością dla końcówki aluminiowej i największą dla końcówki miedzianej w naszym przypadku 1016). Wyznaczone przez nas pole ma wartość większą od 1016 i na tej podstawie klasyfikujemy materiał końcówki jako stop aluminium.

T a b e l a 4

PRÓBKA	POCZĄTEK PRZEDZIAŁU CIŚNIENIA [bar]	KONIEC PRZEDZIAŁU CIŚNIENIA [bar]	POLE POWIERZCHNI POD WYKRESEM FUNKCJI APROKSIMUJĄCEJ W DANYM PRZEDZIALE CIŚNIENIA [J^2]
AL 1	100	300	1192,11
AL 2			1233,35
CU 1			790,05
CU 2			839,86

Stąd dla pola powyżej wartości 1016 klasyfikujemy materiał jako stop aluminium, dla pola poniżej tej wartości jako stop miedzi.

Przebieg ciśnienia w funkcji drogi dla złązek wykonanych ze stopów miedzi i aluminium z czwartego przedziału średnic (wg tab. 1) zobrazowany jest na fig. 7–8. Obliczone pole powierzchni pod wycinkiem krzywej dla złązek przedstawiono w tab. 5. Próby przeprowadzono na końcówkach o przekroju 150 mm^2 , co odpowiada średnicy: dla złązek aluminiowych AL1 o średnicy: $25 \times 4,35 \text{ mm}$ oraz AL2 o średnicy: $25 \times 2,9 \text{ mm}$; końcówkach CU1 o średnicy: $23,5 \times 3,25 \text{ mm}$ CU2 o średnicy: $14,5 \text{ mm}$.

Na fig. 7 przedstawiono uśredniony rzeczywisty przebieg ciśnienia tłoka w funkcji przemieszczenia tłoka dla złązek o przekroju 150 mm^2 wykonanych ze stopów miedzi i aluminium. Końcówki te są

reprezentantami czwartego przedziału średnic. Na wykresie zaznaczono progi ciśnienia, w których przeprowadzane jest badanie.

Na fig. 8 przedstawiono aproksymację funkcji przebiegu ciśnienia dla końcówek o przekroju 150 mm^2 . Korzystając z wykresu ciśnienia w funkcji przemieszczenia wyznaczono pole powierzchni pod wycinkiem krzywej dla badanego przedziału ciśnienia i przemieszczenia. Przedstawione wykresy wykonane na złączkach końcówek miedzianych i aluminiowych wykonanych w oparciu o różne normy (różne średnice i różna grubość ścianki i stałego przekroju 150 mm^2 (oznaczenie na wykresie: AL1, AL2 końcówki aluminiowe; CU1, CU2 końcówki miedziane)). Następnie obliczono dla poszczególnych próbek pole powierzchni pod wycinkiem krzywej w przedziale ciśnień wg tab. 1 (dla badanych próbek wartości pola zestawiono w tab. 5). W zestawieniu obserwowano wyraźne różnice w wartości pola powierzchni pod wycinkiem krzywej dla końcówek wykonanych ze stopów miedzi i aluminium. Na podstawie przeprowadzonych prób i występującej różnicy w wartości obliczonego pola dla badanych końcówek o przekroju 150 mm^2 możliwe jest wyznaczenie przedziału pola umożliwiającego klasyfikację materiałową końcówek.

Podczas zaprasowywania końcówki lub złączki po zetknięciu stempla z końcówką odczytywana jest średnica (w rozpatrywanym przypadku 25 mm). Po rozpoznaniu średnicy korzystając z warunków wg tabeli 1 klasyfikujemy końcówkę do czwartej grupy i na tej podstawie określony zostaje przedział ciśnień do pola powierzchni pod wycinkiem krzywej niezbędnej do określenia materiału. Po wyznaczeniu pola (w rozpatrywanym przypadku $981,12$) porównujemy je z przedziałami wyznaczonymi doświadczalnie dla badanego przekroju (podział pola wykonujemy wyliczając średnią pomiędzy najmniejszą wartością dla końcówki aluminiowej i największą dla końcówki miedzianej w naszym przypadku 878). Wyznaczone przez nas pole ma wartość większą od 878 i na tej podstawie klasyfikujemy materiał końcówki jako stop aluminium.

Tabela 5

PRÓBKA	POCZĄTEK PRZEDZIAŁU CIŚNIENIA [bar]	KONIEC PRZEDZIAŁU CIŚNIENIA [bar]	POLE POWIERZCHNI POD WYKRESEM FUNKCJI APROKSIMUJĄCEJ W DANYM PRZEDZIALE CIŚNIENIA [J^2]
AL 1	200	350	981,12
AL 2			989,35
CU 1			776,34
CU 2			658,54

Stąd dla pola powyżej wartości 878 klasyfikujemy materiał jako stop aluminium, a dla pola poniżej tej wartości jako stop miedzi.

Przebieg ciśnienia w funkcji drogi dla złączek wykonanych ze stopów miedzi i aluminium z piątego przedziału średnic (wg tab. 1) zobrazowany jest na fig. 9–10. Obliczone pole powierzchni pod wycinkiem krzywej dla złączek przedstawiono w tabeli 6. Próby przeprowadzono na końcówkach o przekroju 240 mm^2 , co odpowiada średnicy: dla złączek aluminiowych AL1 o średnicy: $32 \times 5,5 \text{ mm}$ oraz AL2 o średnicy: $28,2 \times 4 \text{ mm}$; końcówkach CU1 o średnicy: $29 \times 3,75 \text{ mm}$ CU2 o średnicy: $26,5 \times 2,5 \text{ mm}$.

Na fig. 9. przedstawiono uśredniony rzeczywisty przebieg ciśnienia tłoka w funkcji przemieszczenia tłoka dla złączek o przekroju 240 mm^2 wykonanych z miedzi i aluminium. Końcówki te są reprezentantami piątego przedziału średnic. Na wykresie zaznaczono progi ciśnienia, w których przeprowadzane jest badanie.

Na fig. 10 przedstawiono aproksymację funkcji przebiegu ciśnienia dla końcówek o przekroju 240 mm^2 . Korzystając z wykresu ciśnienia w funkcji przemieszczenia wyznaczono pole powierzchni pod wycinkiem krzywej dla badanego przedziału ciśnienia i przemieszczenia. Przedstawione wykresy wykonane na złączkach końcówek miedzianych i aluminiowych wykonanych w oparciu o różne normy (różne średnice i różna grubość ścianki i stałego przekroju 240 mm^2 (oznaczenie na wykresie: AL1, AL2 końcówki aluminiowe; CU1, CU2 końcówki miedziane)). Następnie obliczono dla poszczególnych próbek pole powierzchni pod wycinkiem krzywej w przedziale ciśnień wg tab. 1 (dla badanych próbek wartości pola zestawiono w tab. 6). W zestawieniu obserwowano wyraźne różnice w wartości pola powierzchni pod wycinkiem krzywej dla końcówek wykonanych ze stopów miedzi i aluminium. Na

podstawie przeprowadzonych prób i występującej różnicy w wartości obliczonego pola dla badanych końcówek o przekroju 240 mm² możliwe jest wyznaczenie przedziału pola umożliwiającego klasyfikację materiałową końcówek.

Podczas zaprasowywania końcówki lub złączki po zetknięciu stempla z końcówką odczytywana jest średnica (w rozpatrywanym przypadku 26 mm). Po rozpoznaniu średnicy korzystając z warunków wg tab. 1 klasyfikujemy końcówkę do piątej grupy i na tej podstawie określony zostaje przedział ciśnień do pola powierzchni pod wycinkiem krzywej niezbędnej do określenia materiału. Po wyznaczeniu pola (w rozpatrywanym przypadku 1705,72) porównujemy je z przedziałami wyznaczonymi doświadczalnie dla badanego przekroju (podział pola wykonujemy wyliczając średnią pomiędzy najmniejszą wartością dla końcówki aluminiowej i największą dla końcówki miedzianej w naszym przypadku 1358). Wyznaczone przez nas pole ma wartość większą od 1358 i na tej podstawie klasyfikujemy materiał końcówki jako stop aluminium.

Tabela 6

PRÓBKA	POCZĄTEK PRZEDZIAŁU CIŚNIENIA [bar]	KONIEC PRZEDZIAŁU CIŚNIENIA [bar]	POLE POWIERZCHNI POD WYKRESEM FUNKCJI APROKSIMUJĄCEJ W DANYM PRZEDZIALE CIŚNIENIA [j ²]
AL 1	300	500	1705,72
AL 2			1565,45
CU 1			1079,30
CU 2			1150,83

Stąd dla pola powyżej wartości 1358 klasyfikujemy materiał jako stop aluminium, dla pola poniżej tej wartości jako stop miedzi.

Wartości graniczne podziału pola dla każdego z przedziałów ciśnienia zebrano w tabeli 7.

Tabela 7

Lp.	Zakres średnic do badania materiału złączki lub końcówki [mm]	Przedział ciśnienia do klasyfikacji materiału złączki lub końcówki [bar]	Zasada klasyfikacji złączki lub końcówki wykonanej z miedzi [mm ²]	Zasada klasyfikacji złączki lub końcówki wykonanej z aluminium [mm ²]
1.	6 - 12,9	20 - 150	<= 418	> 418
2.	13 - 16	50 - 200	<= 606	> 606
3.	16,1 - 20,9	100 - 300	<= 1016	> 1016
4.	21 - 25,9	200 - 350	<= 878	> 878
5.	26 - 34	300 - 500	<= 1358	> 1358

Sposób zaciskania złączek lub końcówek kablowych realizuje się za pomocą urządzenia przedstawionego na rysunku, na którym:

Fig. 11 przedstawia urządzenie do realizacji sposobu według wynalazku w widoku z przodu;

Fig. 12 przedstawia urządzenie do realizacji sposobu według wynalazku w widoku z boku;

Fig. 13 przedstawia urządzenie do realizacji sposobu według wynalazku w widoku izometrycznym;

Fig. 14 przedstawia urządzenie do realizacji sposobu według wynalazku ze zdjętą obudową.

Urządzenie do realizacji sposobu według wynalazku składa się z obudowy **1**, silnika **2** z przekładnią **3**, zespołu pompowego **4** oraz głowicy zaciskowej **5**, która posiada jarzmo podporowe **6** dostosowane do zaciskania złączek i końcówek kablowych o przekroju z zakresu 6–300 mm² tworzące gniazdo zaciskowe **7** wyposażone w stempel zaciskowy **8** oraz elementy służące do pomiaru drogi **9**, jaką pokonuje stempel zaciskowy oraz elementy do pomiaru nacisku realizowanego poprzez pomiar ciśnienia w układzie hydraulicznym z wykorzystaniem przetworników ciśnienia **10**, ponadto urządzenie zawiera płytkę sterującą **11** z zapisanym algorytmem do sterowania procesem oraz baterię **12**.

P r z y k ł a d 1: Analizie poddano złączkę A o nieoznaczonym materiale.

Analizowaną złączkę umieszczono w urządzeniu, uruchomiono proces zaciskania dokonując pomiaru średnicy. Pomiar średnicy realizowany był przez zmierzenie drogi, jaką pokonał stempel zaciskowy od położenia początkowego do momentu zetknięcia ze złączką lub końcówką umieszczoną w jarzmie. Moment zetknięcia stempla ze złączką sygnalizuje wzrost ciśnienia w cylindrze do wartości 40 bar. Średnica złączki wyniosła 12 mm. Następnie – zgodnie ze sposobem według wynalazku – przyporządkowano ją do kategorii 1. Kontynuując zaciskanie w urządzeniu dokonano pomiaru przemieszczenia tłoka i wzrostu ciśnienia podczas zaciskania. Urządzenie dokonało obliczenia pola powierzchni pod wykresem przebiegu zmierzonego ciśnienia w funkcji zmierzonego przemieszczenia tłoka w zakresie ciśnień określonym przez kategorię 1, tj. $522,71 \text{ mm}^2$ i porównało je z wgranymi do pamięci danymi dla przedziałów ciśnień. Ponieważ otrzymane pole powierzchni pod wykresem jest większe od granicznej wartości dla tego przedziału ciśnień (tj. 418 mm^2), urządzenie sygnalizuje, że złączka A wykonana jest ze stopu aluminium. Wartości graniczne pola powierzchni pod wykresem obliczane są następująco: dla każdej z kategorii wartość graniczna jest średnią arytmetyczną pomiędzy najmniejszym polem powierzchni pod wykresem zmierzonym dla miedzianej złączki (dla najtwardszego stopu miedzi, z którego wytwarza się złączki i końcówki kablowe w wymiarach odpowiednich dla rozpatrywanej kategorii średnicy) i największym polem powierzchni pod wykresem zmierzonym dla aluminiowej złączki (dla miękkiego stopu aluminium, z którego wytwarza się złączki i końcówki kablowe w wymiarach odpowiednich dla rozpatrywanej kategorii średnicy). Jeśli wartość pola dla badanej złączki ma wartość wyższą niż wartość graniczna tej kategorii, materiał klasyfikowany jest jako stop aluminium, natomiast jeśli wartość tego pola jest mniejsza od wartości granicznej – materiał określa się jako stop miedzi. Wartości graniczne są uniwersalne i umieszczone w tabeli 7.

P r z y k ł a d 2: Analizie poddano złączkę B o nieoznaczonym materiale.

Analizowaną złączkę umieszczono w urządzeniu, a następnie dokonano pomiaru średnicy (16 mm), a następnie – zgodnie ze sposobem według wynalazku – przyporządkowano ją do kategorii 2. Kontynuując zaciskanie w urządzeniu dokonano pomiaru przemieszczenia tłoka i wzrostu ciśnienia podczas zaciskania. Urządzenie dokonało obliczenia pola powierzchni pod wykresem przebiegu zmierzonego ciśnienia w funkcji zmierzonego przemieszczenia tłoka w zakresie ciśnień określonym przez kategorię 2, tj. $496,78 \text{ mm}^2$ i porównało je z wgranymi do pamięci danymi dla przedziałów ciśnień. Ponieważ otrzymane pole powierzchni pod wykresem jest mniejsze od granicznej wartości dla tego przedziału ciśnień (tj. 606 mm^2), urządzenie sygnalizuje, że złączka B wykonana jest z miedzi.

P r z y k ł a d 3: Analizie poddano złączkę C o nieoznaczonym materiale.

Analizowaną złączkę umieszczono w urządzeniu, a następnie dokonano pomiaru średnicy (18,5 mm), a następnie – zgodnie ze sposobem według wynalazku – przyporządkowano ją do kategorii 3. Następnie złączka została zaciśnięta w urządzeniu i dokonano pomiaru przemieszczenia tłoka i wzrostu ciśnienia podczas zaciskania. Urządzenie dokonało obliczenia pola powierzchni pod wykresem przebiegu zmierzonego ciśnienia w funkcji zmierzonego przemieszczenia tłoka w zakresie ciśnień określonym przez kategorię 3, tj. $1192,11 \text{ mm}^2$ i porównało je z wgranymi do pamięci danymi dla przedziałów ciśnień. Ponieważ otrzymane pole powierzchni pod wykresem jest większe od granicznej wartości dla tego przedziału ciśnień (tj. 1016 mm^2), urządzenie sygnalizuje, że złączka C wykonana jest ze stopu aluminium.

P r z y k ł a d 4: Analizie poddano złączkę D o nieoznaczonym materiale.

Analizowaną złączkę umieszczono w urządzeniu, a następnie dokonano pomiaru średnicy (25 mm), a następnie – zgodnie ze sposobem według wynalazku – przyporządkowano ją do kategorii 4. Kontynuując zaciskanie w urządzeniu dokonano pomiaru przemieszczenia tłoka i wzrostu ciśnienia podczas zaciskania. Urządzenie dokonało obliczenia pola powierzchni pod wykresem przebiegu zmierzonego ciśnienia w funkcji zmierzonego przemieszczenia tłoka w zakresie ciśnień określonym przez kategorię 4, tj. $790,05 \text{ mm}^2$ i porównało je z wgranymi do pamięci danymi dla przedziałów ciśnień. Ponieważ otrzymane pole powierzchni pod wykresem jest mniejsze od granicznej wartości dla tego przedziału ciśnień (tj. 878 mm^2), urządzenie sygnalizuje, że złączka D wykonana jest z miedzi.

P r z y k ł a d 5: Analizie poddano złączkę E o nieoznaczonym materiale.

Analizowaną złączkę umieszczono w urządzeniu, a następnie dokonano pomiaru średnicy (26 mm), a następnie – zgodnie ze sposobem według wynalazku – przyporządkowano ją do kategorii 5. Następnie złączka została zaciśnięta w urządzeniu i dokonano pomiaru przemieszczenia tłoka

i wzrostu ciśnienia podczas zaciskania. Urządzenie dokonało obliczenia pola powierzchni pod wykresem przebiegu zmierzonego ciśnienia w funkcji zmierzonego przemieszczenia tłoka w zakresie ciśnień określonym przez kategorię 5), tj. $1705,72 \text{ mm}^2$ i porównało je z wgranymi do pamięci danymi dla przedziałów ciśnień. Ponieważ otrzymane pole powierzchni pod wykresem jest większe od granicznej wartości dla tego przedziału ciśnień (tj. 1358 mm^2), urządzenie sygnalizuje, że złączka E wykonana jest ze stopu aluminium.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zaciskania złączek lub końcówek kablowych za pomocą urządzenia wyposażonego w tłok ze stemplem zaciskowym oraz sterownik, **znamienny tym**, że podczas procesu zaciskania złączki lub końcówki wykonanej ze stopu miedzi lub aluminium:
w pierwszym etapie dokonuje się pomiaru średnicy złączki lub końcówki kablowej;
w drugim etapie według średnicy klasyfikuje się złączkę lub końcówkę kablową do określonej kategorii, a mianowicie do kategorii 1 zalicza się złączki i końcówki kablowe o średnicach mieszczących się w przedziale 6–12,9 mm; do kategorii 2 zalicza się złączki i końcówki kablowe o średnicach mieszczących się w przedziale 13–16 mm, do kategorii 3 zalicza się złączki i końcówki kablowe o średnicach mieszczących się w przedziale 16,1–20,9 mm, do kategorii 4 zalicza się złączki i końcówki kablowe o średnicach mieszczących się w przedziale 21–25,9 mm, do kategorii 5 zalicza się złączki i końcówki kablowe o średnicach mieszczących się w przedziale 26–34 mm, przy czym odczyt średnicy realizowany jest przez pomiar drogi, jaką pokonuje stempel zaciskowy od położenia początkowego do momentu zetknięcia ze złączką lub końcówką umieszczoną w jarzmie, a moment zetknięcia stempla ze złączką sygnalizuje wzrost ciśnienia w cylindrze do wartości 40 bar;
w trzecim etapie stempel zaciskowy wciska się w złączkę lub końcówkę kablową oraz mierzy się drogę przemieszczenia tego stempla oraz wzrost ciśnienia w cylindrze, po czym określa się przebieg krzywej zależności ciśnienia od przemieszczenia tłoka w zakresie ciśnień przypisanym do danej kategorii, a mianowicie dla kategorii 1 w zakresie 20–150 bar, dla kategorii 2 w zakresie 50–200 bar, dla kategorii 3 w zakresie 100–300 bar, dla kategorii 4 w zakresie 200–350 bar, a dla kategorii 5 w zakresie 300–500 bar, a następnie oblicza się pole powierzchni pod tą krzywą w przypisanym zakresie;
w czwartym etapie porównuje się pole obliczone w trzecim etapie z wartością graniczną dla danej kategorii, a mianowicie: dla kategorii 1 wartość graniczna wynosi 418 mm^2 , dla kategorii 2 wartość graniczna wynosi 606 mm^2 , dla kategorii 3 wartość graniczna wynosi 1016 mm^2 , dla kategorii 4 wartość graniczna wynosi 878 mm^2 , dla kategorii 5 wartość graniczna wynosi 1358 mm^2 ;
w piątym etapie określa się materiał złączki, a mianowicie jeżeli obliczone w etapie trzecim pole powierzchni pod krzywą jest mniejsze lub równe wartości granicznej, oznacza to, że złączka lub końcówka kablowa wykonana jest z miedzi lub jej stopu; jeśli obliczone pole jest większe od wartości granicznej, oznacza to, że złączka lub końcówka kablowa jest wykonana z aluminium lub jego stopu.
2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że realizowany jest za pomocą urządzenia składającego się z obudowy (1), silnika (2) z przekładnią (3), zespołu pompowego (4) oraz głowicy zaciskowej (5), która posiada jarzmo podporowe (6) dostosowane do zaciskania złączek i końcówek kablowych o przekroju z zakresu 6–300 mm^2 tworzące gniazdo zaciskowe (7), przy czym urządzenie jest wyposażone w stempel zaciskowy (8) oraz elementy służące do pomiaru drogi (9), jaką pokonuje stempel zaciskowy, oraz w elementy do pomiaru nacisku realizowanego poprzez pomiar ciśnienia w układzie hydraulicznym z wykorzystaniem przetworników ciśnienia (10), ponadto urządzenie zawiera płytkę sterującą (11) z zapisanym algorytmem do sterowania procesami pomiaru drogi, kryterium rozpoznawania materiału, kryterium warunków wykonania poprawnego zaciśnięcia rozpoznanej złączki oraz baterię (12).
3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że realizowany jest z wykorzystaniem programu komputerowego.

Rysunki

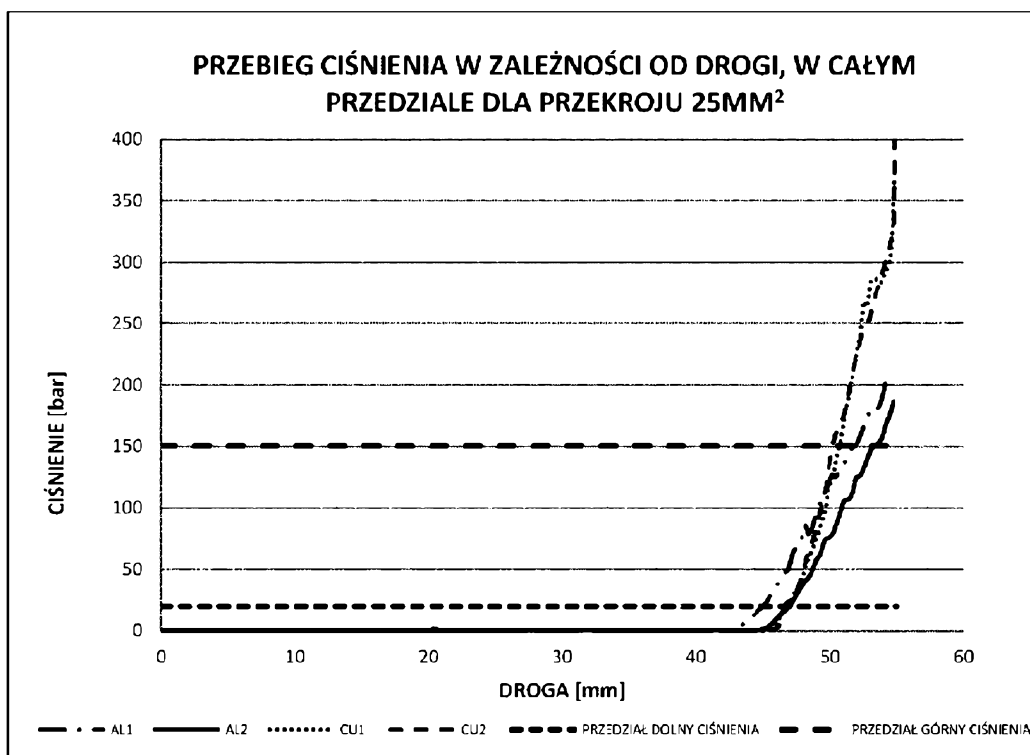


Fig. 1

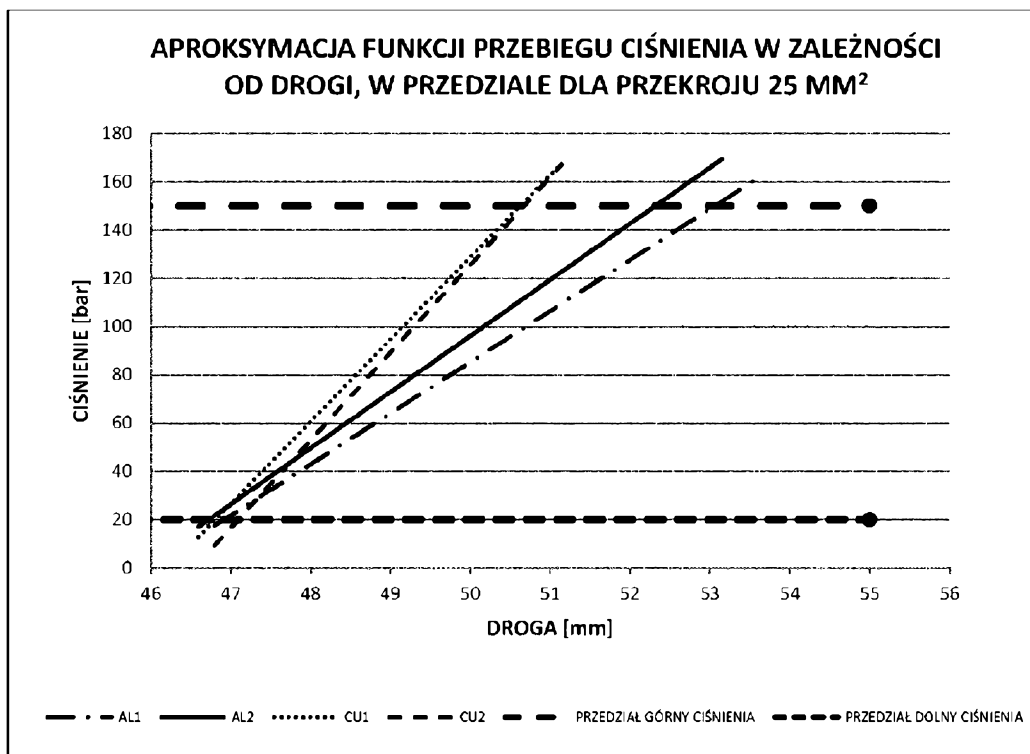


Fig. 2

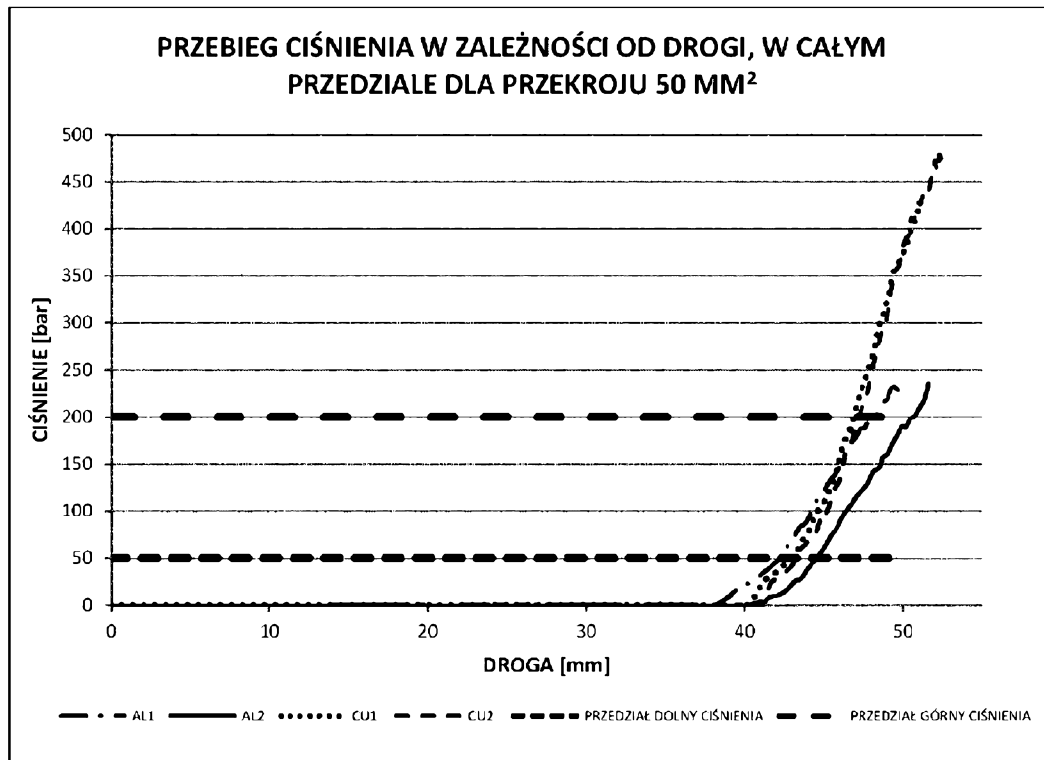


Fig. 3

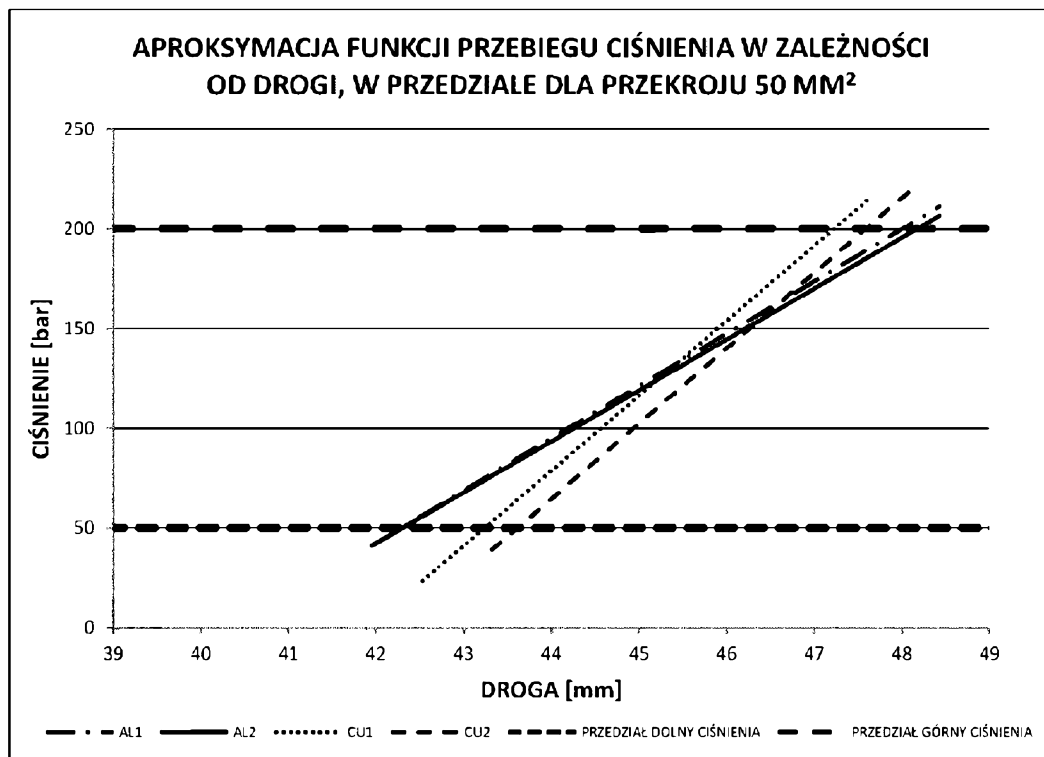


Fig. 4

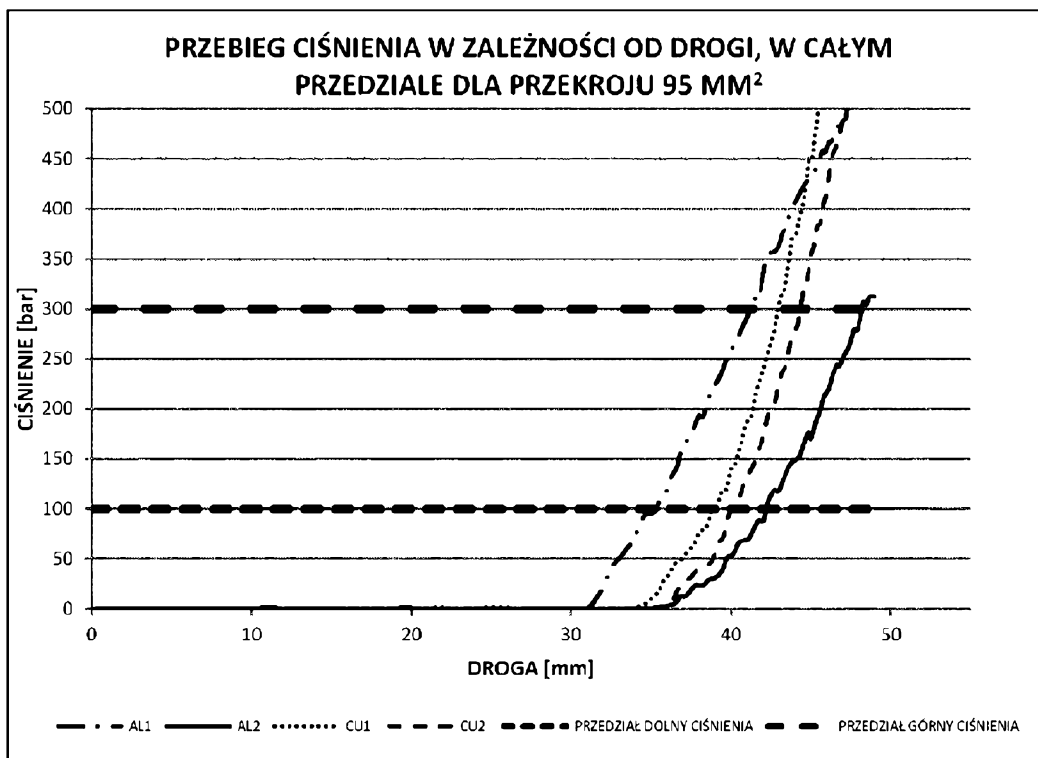


Fig. 5

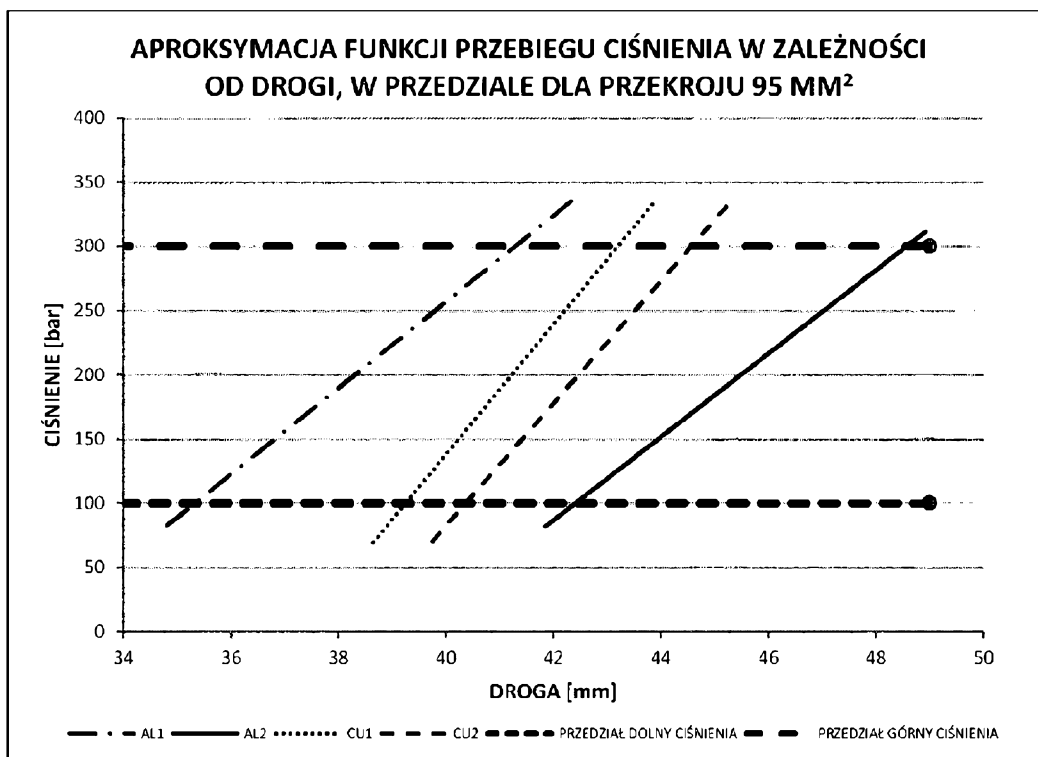


Fig. 6

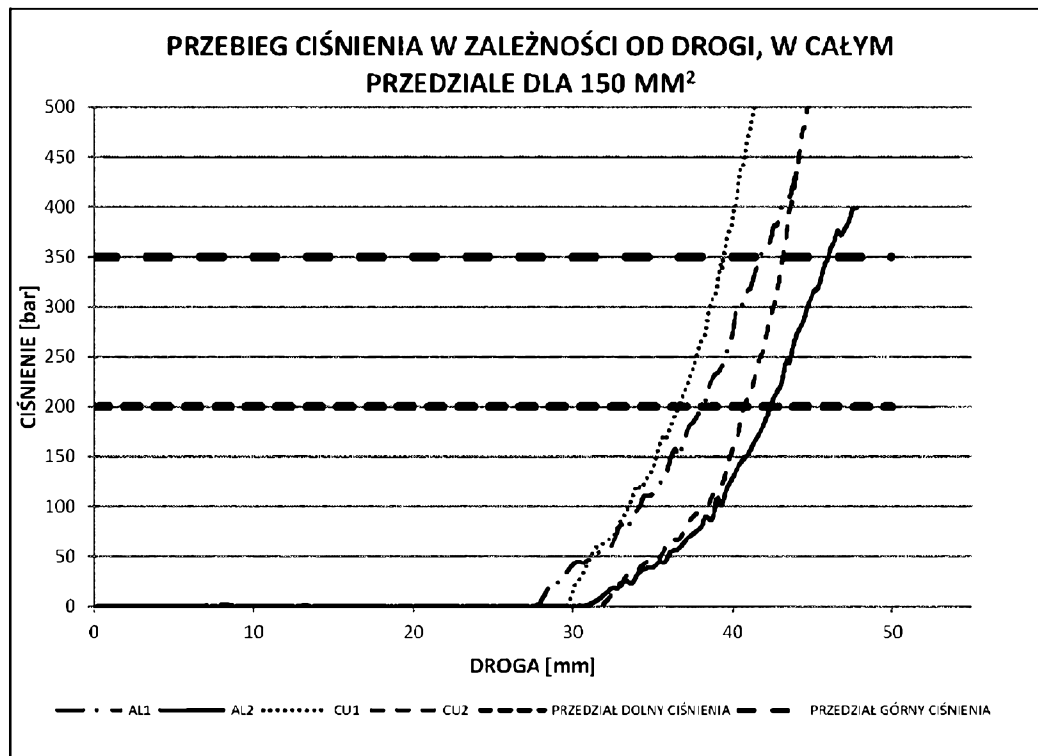


Fig. 7

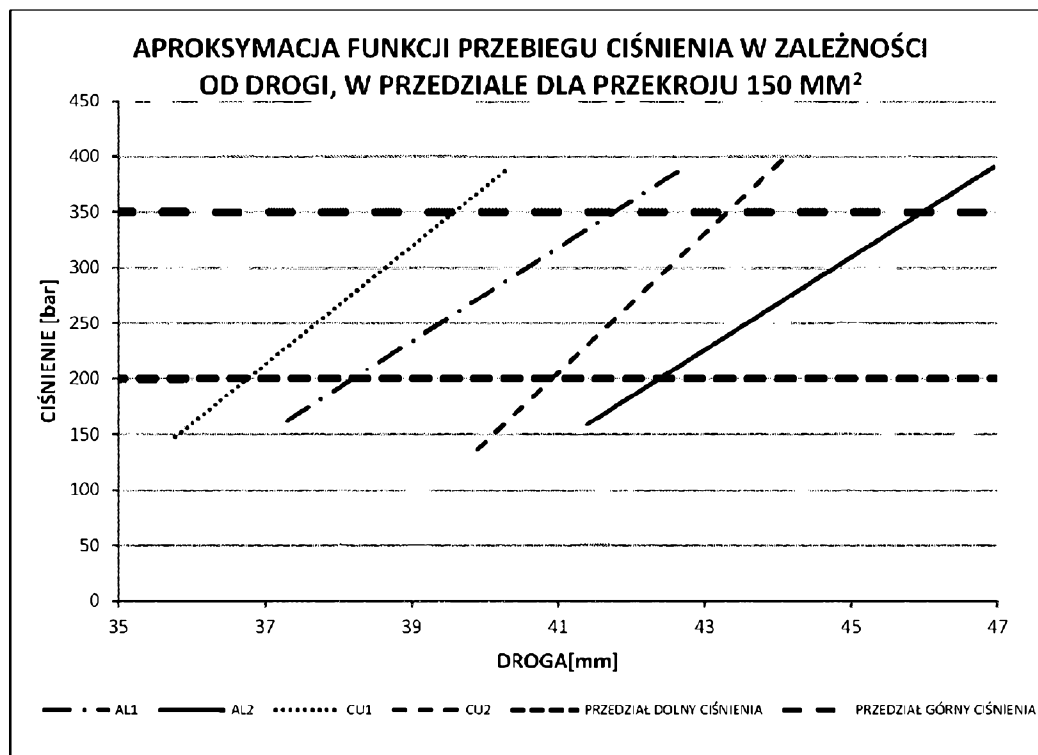


Fig. 8

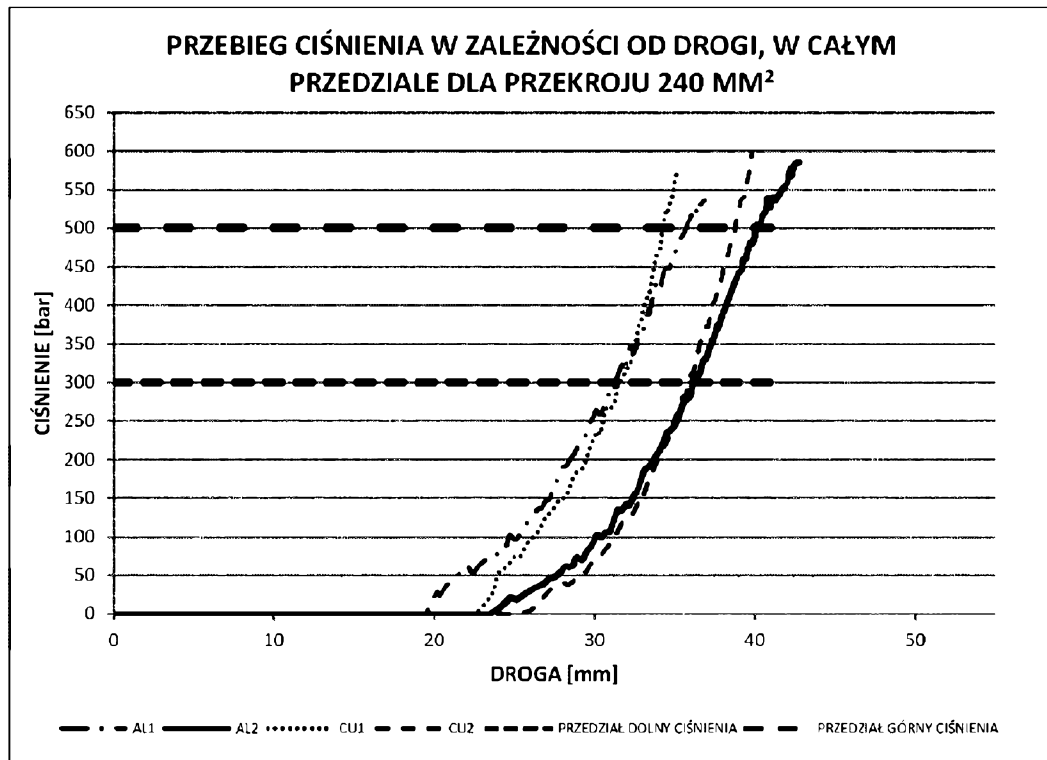


Fig. 9

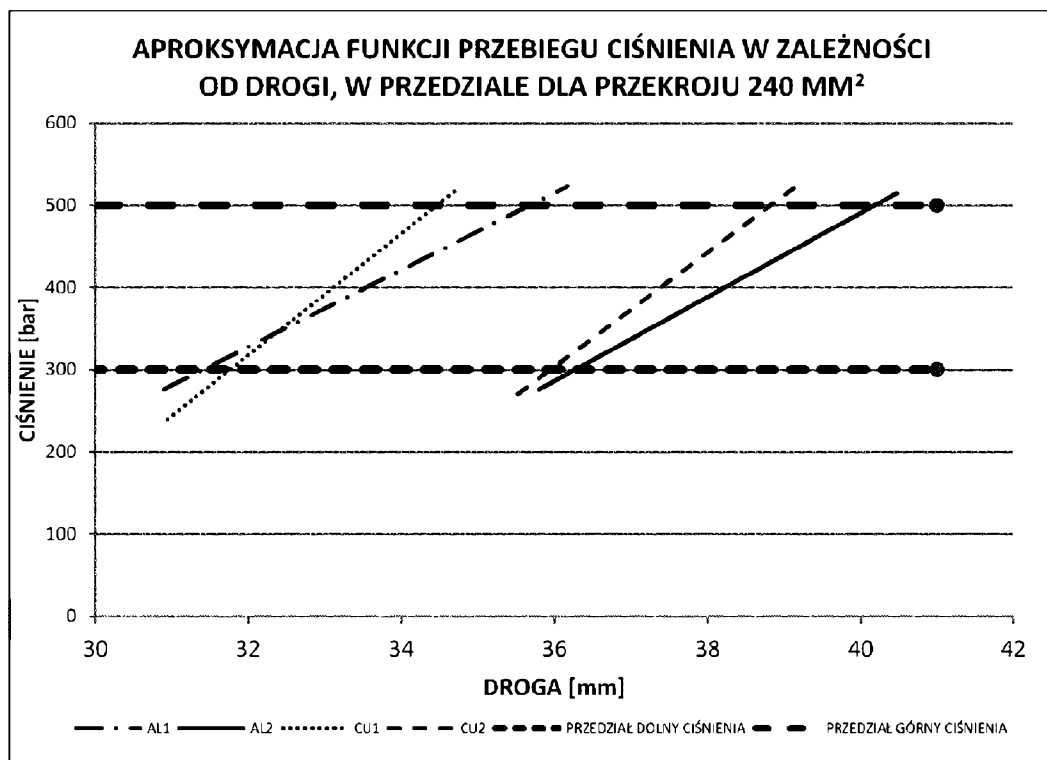


Fig. 10

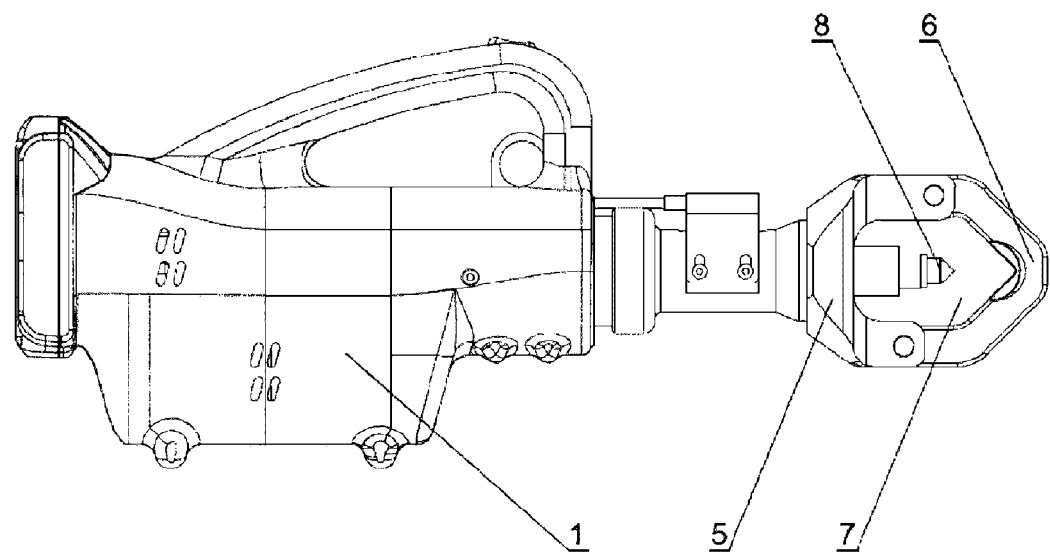


Fig. 11

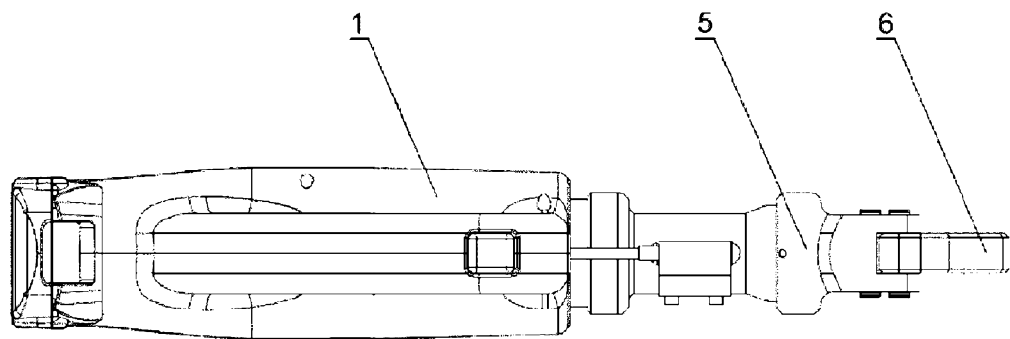


Fig. 12

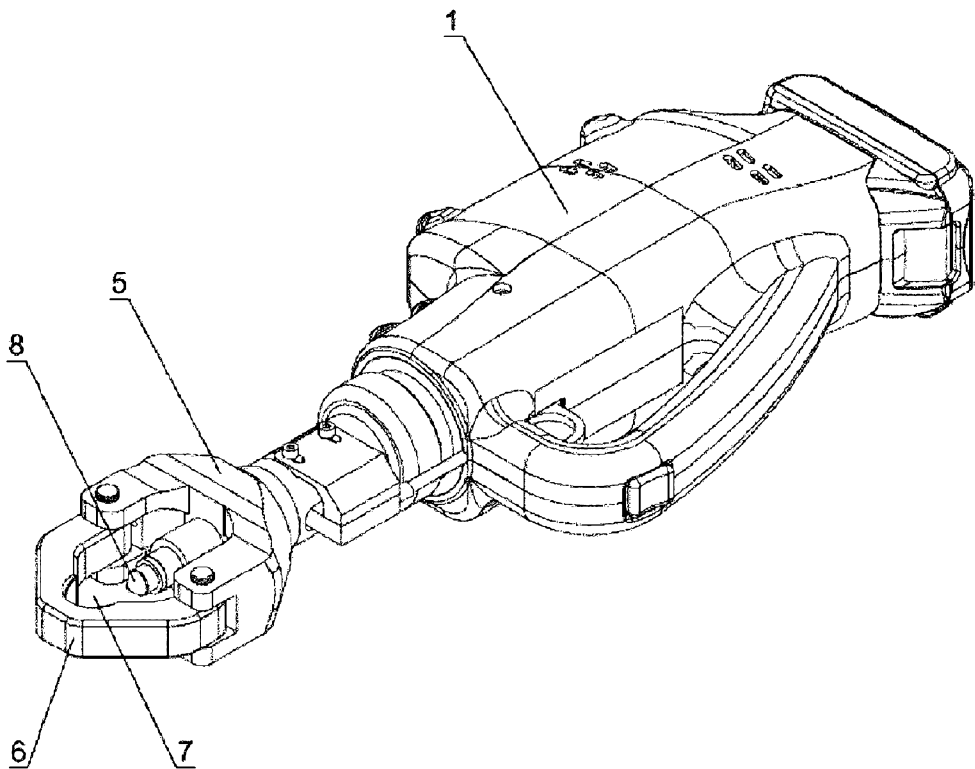


Fig. 13

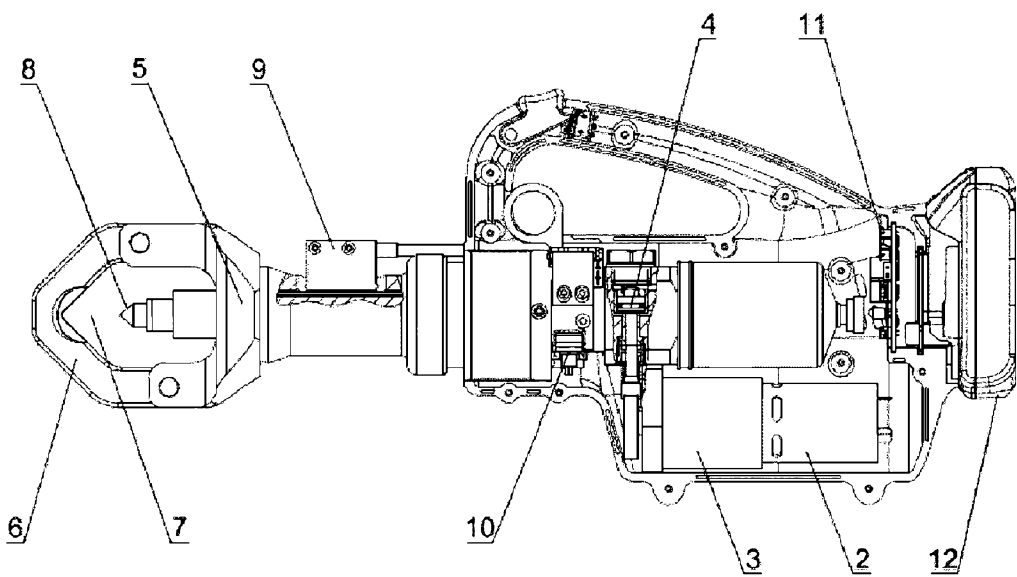


Fig. 14