Instrukcja obsługi

Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 (zespół maszyn)

Zrobotyzowana cela spawalnicza MAG do zespołów stalowych o masie do 40 kg

Typ / model: RSZ-2600

Rok budowy: 2026

Muster Maschinenbau GmbH
Beispielstraße 1
12345 Musterstadt
Niemcy

Wydanie 10/2026 · Wersja 1.2 · Nr projektu MUSTER-2026-001-PL · Nr dokumentu MUSTER-2026-001-PL-BA · Zatwierdzenie: Wersja robocza

Spis treści

1 Ważne informacje podstawowe

1.1 Zakres dostawy i granice maszyny
1.2 Odpowiedzialność (producent / użytkownik)
1.3 Interfejsy zewnętrzne
1.4 Uwagi prawne i zastosowane normy
1.5 Dokumentacja (struktura, skróty, terminologia)
1.6 Zastosowane normy zharmonizowane

2 Bezpieczeństwo

2.1 Zamierzone użytkowanie
2.2 Racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użycie
2.3 Przestrzeganie instrukcji obsługi
2.4 Oznakowanie bezpieczeństwa
2.5 Osłony i urządzenia ochronne
2.6 Ryzyka resztkowe i środki ochronne

3 Dane techniczne

3.1 Wyposażenie

4 Opis maszyny

4.1 Budowa i główne zespoły
4.2 Stanowiska obsługi
4.3 Opis działania

5 Dostawa, transport, rozpakowanie

5.1 Wskazówki bezpieczeństwa dotyczące transportu i przenoszenia
5.2 Masy, położenie środków ciężkości i środki transportu
5.3 Punkty zawieszenia i bezpieczne podnoszenie
5.4 Zabezpieczenia transportowe
5.5 Rozpakowanie
5.6 Przechowywanie przed ustawieniem

6 Warunki przechowywania

6.1 Ochrona przed korozją
6.2 Maksymalny okres przechowywania i kontrole okresowe

7 Warunki ustawienia

7.1 Zapotrzebowanie na miejsce i wymiary
7.2 Fundament / nośność
7.3 Warunki otoczenia
7.4 Przyłącza zasilania

8 Montaż i instalacja, pierwsze uruchomienie

8.1 Bezpieczeństwo

8.2 Montaż i instalacja

8.3 Pierwsze uruchomienie

9 Obsługa

9.1 Bezpieczeństwo

9.2 Elementy sterownicze i wskaźniki

9.3 Tryby pracy

9.4 Uruchamianie i przezbrajanie

9.5 Zatrzymywanie

10 Konserwacja

10.1 Rejestr konserwacji

10.2 Plan kontroli i konserwacji

10.3 Plan smarowania

10.4 Wyszukiwanie usterek

11 Demontaż i utylizacja

11.1 Wskazówki bezpieczeństwa dotyczące demontażu

11.2 Kolejność demontażu

11.3 Oddzielanie i utylizacja materiałów eksploatacyjnych

11.4 Segregacja materiałów i recykling

12 Rysunki i pozostałe informacje

12.1 Rysunki i części zamienne

12.2 Dokumentacja elektryczna

12.3 Potwierdzenie oceny ryzyka

13 Cyberbezpieczeństwo

13.1 Włączenie do sieci użytkownika maszyny

13.2 Wersja oprogramowania i dowody ingerencji

13.3 Zdalna konserwacja

13.4 Aktualizacje

13.5 Przechowywanie dzienników

13.6 Informacje o cyberbezpieczeństwie

Załącznik

Deklaracja zgodności

Spis tabel

Tabela 1 Zastosowane normy: Normy typu A (podstawowe normy bezpieczeństwa)

Tabela 2 Zastosowane normy: Normy typu B (grupowe normy bezpieczeństwa)

Tabela 3 Zastosowane normy: Normy typu C (normy dotyczące wyrobów)

Tabela 4 Zastosowane normy: Inne zastosowane normy i specyfikacje techniczne (bez domniemania zgodności)

Tabela 5 Zestawienie zagrożeń resztkowych

Tabela 6 Interfejsy cyfrowe maszyny

1 Ważne informacje podstawowe

Niniejsza instrukcja obsługi dotyczy zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600 (numer seryjny RSZ2600-2026-0001, rok budowy 2026) i jest skierowana do użytkownika maszyny oraz do personelu odpowiedzialnego za obsługę, ustawianie, konserwację i demontaż. Stanowi ona część maszyny, musi być zawsze dostępna dla personelu i musi zostać przekazana w razie zmiany miejsca ustawienia lub odsprzedaży. Niniejszy rozdział opisuje zakres dostawy, granice maszyny, interfejsy zewnętrzne oraz podstawy prawne niniejszej dokumentacji.

1.1 Zakres dostawy i granice maszyny

Zakres dostawy: RSZ-2600 jest dostarczana jako w pełni funkcjonalny zespół maszyn. Zakres dostawy obejmuje:

- Przemysłowy robot przegubowy z 6 osiami (zasięg 2600 mm, udźwig 12 kg) wraz ze sterownikiem robota i pulpitem programowania
- Dwustanowiskowy stół obrotowy ze stałą środkową ścianką działową, kurtyną spawalniczą i pneumatycznymi zaciskami przedmiotu
- Źródło prądu spawania MAG 400 A przy cyklu pracy 60 procent z podajnikiem drutu, palnik spawalniczy chłodzony wodą z agregatem chłodzącym oraz stacja czyszczenia palnika
- Zespół odciągu dymów spawalniczych 1800 m³/h ze wstępnym separatorem iskier, wkładem filtracyjnym, monitorowaniem temperatury wkładu filtracyjnego, zmotoryzowanymi przepustnicami odcinającymi oraz czujkami dymu i CO
- Osłona obwodowa (ogrodzenie obwodowe) o wysokości 2200 mm z drzwiami serwisowymi, kurtyna świetlna typu 4, sterownik PLC bezpieczeństwa, pulpit sterowniczy i szafa sterownicza
- Brama sieciowa z zaporą sieciową i dostępem do zdalnej konserwacji
- Zintegrowane z maszyną oświetlenie miejsca pracy zgodnie z EN 1837 oraz podest stojący z regulacją wysokości na stanowisku załadunku
- Instrukcja obsługi wraz z dokumentami towarzyszącymi wymienionymi w rozdziale 12 (w tym deklaracja zgodności UE, plan ustawienia, schematy obwodów, schemat pneumatyczny, wykaz części zamiennych, plan badań funkcji bezpieczeństwa i formularz rejestru konserwacji)

Zakres dostawy nie obejmuje:

- Przyrządów mocujących przeznaczonych dla określonych przedmiotów (o ile nie uzgodniono inaczej); wymagania dotyczące przyrządów mocujących użytkownika maszyny, patrz rozdział 3.1
- Zasilania gazem osłonowym zapewnianego przez klienta
- Przyłączy mediów zapewnianych przez klienta
- Opcjonalnego kanału powietrza wywiewanego dla zespołu odciągu
- Urządzenia wspomagającego podnoszenie przedmiotów o masie powyżej 15 kg na stanowisku załadunku (zapewnia klient, udźwig co najmniej 40 kg)

Granice użytkowania: spawanie MAG zespołów stalowych (stal niestopowa i niskostopowa) o masie przedmiotu do 40 kg i maksymalnych wymiarach gabarytowych przedmiotu 800 x 600 x 400 mm. Produkcja seryjna wyłącznie z zastosowaniem określonych, zatwierdzonych programów spawania. Ręczny załadunek i rozładunek na danym stanowisku czołowym przez przeszkolony personel wykwalifikowany, czas cyklu ok. 90 sekund. Maszyna nie jest przeznaczona do przedmiotów aluminiowych, ocynkowanych lub powlekanych, do spawania ręcznego wewnątrz celi ani do przedmiotów z naprężeniami własnymi pochodzącymi z wcześniejszych procesów.

Granice przestrzenne: powierzchnia posadzki ok. 6,5 x 4,0 m, wysokość 2,6 m. Przestrzeń robocza robota o zasięgu 2600 mm, całkowicie zamknięta ogrodzeniem obwodowym o wysokości 2200 mm i stałą środkową ścianką działową stołu obrotowego. Zakres obrotu stołu obrotowego 180 stopni. Stanowisko załadunku przed otworem załadunku, kurtyna świetlna typu 4 o rozdzielczości 30 mm, odległość bezpieczeństwa obliczona i udokumentowana zgodnie z EN ISO 13855. Jedne drzwi serwisowe z tyłu. Interfejsy z procesami poprzedzającymi i następującymi są wyłącznie ręczne.

Granice czasowe: przewidywany okres użytkowania 12 lat przy pracy na 2 zmiany, coroczna konserwacja przez producenta, półroczna kontrola funkcji bezpieczeństwa, kontrola ryglowania i kurtyny świetlnej zgodnie z EN ISO 14119 i EN ISO 13855 przy każdej wizycie serwisowej. Części zużywające się: palnik spawalniczy, końcówki prądowe, dysza gazowa, rolki podające drut, wkład filtracyjny zespołu odciągu, kurtyna spawalnicza.

Granice środowiskowe: suche pomieszczenie wewnątrz hali produkcyjnej, od 5 do 40 stopni C, wilgotność względna do 70 procent bez kondensacji, zasilanie sieciowe 400 V AC 50 Hz TN-S, moc przyłączeniowa 32 kVA, sprężone powietrze 6 bar bezolejowe, ustawienie na równej przemysłowej posadzce betonowej. Brak strefy zagrożenia wybuchem, brak użytkowania na zewnątrz.

Granice zespołu maszyn: Cela obejmuje robota (maszyna nieukończona z unijną deklaracją włączenia), stół obrotowy, źródło prądu spawania (urządzenie z oznakowaniem CE), zespół odciągu oraz komponenty ogrodzenia, drzwi i czujników. Interfejsy między tymi częściami oceniono w ocenie ryzyka zespołu maszyn i uwzględniono w deklaracji zgodności UE zespołu maszyn.

1.2 Odpowiedzialność (producent / użytkownik)

Zakresy odpowiedzialności producenta i użytkownika maszyny są podzielone w następujący sposób:

Zakres odpowiedzialności producenta: projekt, budowa i zgodność zespołu maszyn, w tym ocena ryzyka, walidacja funkcji bezpieczeństwa i dokumentacja techniczna; pierwsze uruchomienie z udokumentowanym odbiorem; coroczna konserwacja zgodnie z umową; dostawa części zamiennych i wsparcie techniczne.

Zakres odpowiedzialności użytkownika maszyny: eksploatacja maszyny wyłącznie w ramach zamierzonego użytkowania; dobór i kwalifikacje personelu oraz jego regularny, udokumentowany instruktaż (co najmniej raz w roku); zapewnienie środków ochrony indywidualnej i nadzór nad ich stosowaniem; ocena ryzyka związanego ze stanowiskiem pracy zgodnie z niemiecką ustawą o bezpieczeństwie i higienie pracy (ArbSchG) i niemieckim rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa użytkowania sprzętu roboczego (BetrSichV), w tym w zakresie hałasu i dymów

spawalniczych (niemiecka reguła techniczna dotycząca substancji niebezpiecznych TRGS 528); badanie okresowe wyposażenia elektrycznego zgodnie z przepisem DGUV Vorschrift 3 (niemiecki przepis ubezpieczenia wypadkowego dotyczący instalacji i urządzeń elektrycznych); półroczna kontrola funkcji bezpieczeństwa i konserwacja zgodnie z rozdziałem 10, w tym prowadzenie rejestru konserwacji; zapewnienie mediów dostarczanych przez klienta (zasilanie elektryczne, sprężone powietrze, gaz osłonowy) w wymaganej jakości; zapewnienie i okresowe badanie urządzenia wspomagającego podnoszenie przedmiotów o masie powyżej 15 kg na stanowisku załadunku (udźwig co najmniej 40 kg); profilaktyczna opieka lekarska w przypadku narażenia na dymy spawalnicze; przekazywanie alarmu pożarowego zespołu odciągu (czujki dymu i CO) do stale obsadzonego miejsca zgodnie z koncepcją ochrony przeciwpożarowej budynku; zgłaszanie producentowi zdarzeń i usterek istotnych dla bezpieczeństwa.

Zmiany w maszynie: Przebudowy i doposażenia są dopuszczalne wyłącznie po uzyskaniu pisemnej zgody producenta. Istotne zmiany w rozumieniu rozporządzenia w sprawie maszyn mogą wymagać przeprowadzenia nowej oceny zgodności.

1.3 Interfejsy zewnętrzne

Maszyna ma następujące interfejsy zasilania i mediów:

- Zasilanie energią elektryczną: 400 V AC, 3/N/PE, 50 Hz, układ sieci TN-S, moc przyłączeniowa 32 kVA, zabezpieczenie 63 A gG zapewniane przez klienta, zasilanie doprowadzone do wyłącznika głównego szafy sterowniczej.
- Zasilanie sprężonym powietrzem: 6 bar, bezolejowe, przyłącze G 1/2 na zespole przygotowania powietrza maszyny.
- Zasilanie gazem osłonowym (zapewnia klient): mieszanka gazowa M21 zgodnie z EN ISO 14175 (82 procent argonu, 18 procent CO2), przyłącze na źródle prądu spawania, przepływ ok. 15 l/min na palniku.
- Odciąg dymów spawalniczych: zespół odciągu zintegrowany z celą, 1800 m³/h, z wkładem filtracyjnym, praca z recyrkulacją powietrza; opcjonalne przyłącze powietrza wywiewanego zapewniane przez klienta.
- Interfejsy sygnałowe: bezpotencjałowe styki sygnalizacyjne (stan pracy i zbiorczy komunikat o usterce) do podłączenia do nadrzędnego systemu sterowania. Nie ma interfejsów związanych z bezpieczeństwem z sąsiednimi instalacjami; powiązanie z procesami poprzedzającymi i następującymi jest wyłącznie ręczne.
- Interfejsy danych: OPC UA do systemu MES użytkownika maszyny (odbiór zleceń, przekazywanie zwrotne danych produkcyjnych) oraz zdalna konserwacja przez producenta za pośrednictwem VPN, obie wyłącznie przez dostarczoną bramę; port USB na panelu HMI do tworzenia kopii zapasowych danych i aktualizacji. Szczegóły, patrz rozdział 13 (Cyberbezpieczeństwo).

Wymagania dotyczące wykonania przyłączy przez klienta opisano w rozdziale 7 (Warunki ustawienia).

1.4 Uwagi prawne i zastosowane normy

Producent deklaruje zgodność maszyny z następującym unijnym prawodawstwem harmonizacyjnym:

- Rozporządzenie w sprawie maszyn (UE) 2023/1230
- Dyrektywa EMC 2014/30/UE

Cele bezpieczeństwa określone w dyrektywie 2014/35/UE są spełnione zgodnie z załącznikiem III pkt 1.5.1 rozporządzenia w sprawie maszyn. Deklaracja zgodności UE jest dołączona do niniejszej instrukcji obsługi; oznakowanie CE umieszczono na tabliczce znamionowej.
Niniejszą instrukcję obsługi sporządzono zgodnie z załącznikiem III pkt 1.7.4 do 1.7.4.2 rozporządzenia (UE) 2023/1230. Niniejsza polska wersja jest tłumaczeniem; w razie wątpliwości rozstrzygająca jest wersja niemiecka.
Nieuprawnione przebudowy i zmiany w maszynie, w szczególności w osłonach i urządzeniach ochronnych oraz w sterowniku bezpieczeństwa, są niedopuszczalne. Mogą one spowodować utratę zgodności maszyny i utratę gwarancji; producent nie ponosi odpowiedzialności za wynikające z nich szkody. Wolno stosować wyłącznie części zamienne spełniające wymagania określone przez producenta.
Niniejsza dokumentacja jest chroniona prawem autorskim. Powielanie i udostępnianie osobom trzecim jest dopuszczalne wyłącznie w zakresie wymaganym do eksploatacji, konserwacji lub odsprzedaży maszyny.
Pełny wykaz zastosowanych norm zamieszczono na końcu niniejszego rozdziału.

1.5 Dokumentacja (struktura, skróty, terminologia)

Struktura: Niniejsza instrukcja obsługi jest podzielona na 13 rozdziałów i odzwierciedla cykl życia maszyny od dostawy do utylizacji. Informacje dotyczące bezpieczeństwa przedstawiono łącznie w rozdziale 2, a dodatkowo na początku poszczególnych rozdziałów dotyczących czynności.

Przedstawienie ostrzeżeń: Ostrzeżenia są stopniowane według poziomu zagrożenia. NIEBEZPIECZEŃSTWO oznacza bezpośrednio niebezpieczną sytuację, która spowoduje śmierć lub poważne obrażenia. OSTRZEŻENIE oznacza potencjalnie niebezpieczną sytuację, która może spowodować śmierć lub poważne obrażenia. UWAGA oznacza sytuację, która może spowodować lekkie lub średnio ciężkie obrażenia. WSKAZÓWKA oznacza informacje dotyczące zapobiegania szkodom materialnym.

Skróty: CMR = rakotwórczy, mutagenny lub działający szkodliwie na rozrodczość; EMC = kompatybilność elektromagnetyczna; EMF = pola elektromagnetyczne; ESPE = elektroczułe wyposażenie ochronne; HMI = human machine interface (interfejs operatora); LOTO = lockout/tagout (odłączenie i zabezpieczenie przed ponownym załączeniem); MAG = spawanie w osłonie gazu aktywnego (metal active gas); MES = manufacturing execution system (system realizacji produkcji); MR = rozporządzenie w sprawie maszyn (UE) 2023/1230; OPC UA = Open Platform Communications Unified Architecture (protokół interfejsu danych do systemu MES); PL = poziom zapewnienia bezpieczeństwa (performance level) zgodnie z EN ISO 13849-1; PLC = programowalny sterownik

logiczny; PLr = wymagany poziom zapewnienia bezpieczeństwa; ŚOI = środki ochrony indywidualnej; SLS = bezpiecznie zmniejszona prędkość (Safely-Limited Speed); SRP/CS = związana z bezpieczeństwem część systemu sterowania; TCP = punkt środkowy narzędzia (tool centre point); VPN = wirtualna sieć prywatna (szyfrowane połączenie do zdalnej konserwacji); WLL = dopuszczalne obciążenie robocze osprzętu do podnoszenia.

Dokumenty powiązane: instrukcja montażu producenta robota, instrukcje obsługi źródła prądu spawania, podajnika drutu i zespołu odciągu dymów spawalniczych, schematy elektryczne i pneumatyczne, deklaracja zgodności UE oraz sprawozdania z badań i protokoły odbioru. Dokumenty te należy przechowywać razem z niniejszą instrukcją obsługi.

1.6 Zastosowane normy zharmonizowane

Tabela 1: Zastosowane normy: Normy typu A (podstawowe normy bezpieczeństwa)

Norma	Tytuł	Wymienione w
EN ISO 12100:2010	Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction (ISO 12100:2010)	2006/42/WE

Tabela 2: Zastosowane normy: Normy typu B (grupowe normy bezpieczeństwa)

Norma	Tytuł	Wymienione w
EN 1005-2:2003+A1:2008	Safety of machinery - Human physical performance - Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery	2006/42/WE
EN 60204-1:2018	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements	2006/42/WE, 2014/35/EU
EN ISO 11161:2007+A1:2010	Safety of machinery. Integrated manufacturing systems. Basic requirements	2006/42/WE
EN ISO 11202:2010	Acoustics - Noise emitted by machinery and equipment - Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying approximate environmental corrections (ISO 11202:2010)	2006/42/WE
EN ISO 13732-1:2008	Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces - Part 1: Hot surfaces (ISO 13732-1:2006)	2006/42/WE
EN ISO 13849-1:2023	Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design (ISO 13849-1:2023)	2006/42/WE
EN ISO 13849-2:2012	Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 2: Validation (ISO 13849-2:2012)	2006/42/WE
EN ISO 13850:2015	Safety of machinery - Emergency stop function - Principles for design (ISO 13850:2015)	2006/42/WE
EN ISO 13854:2019	Safety of machinery - Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body (ISO 13854:2017)	2006/42/WE

Norma	Tytuł	Wymienione w
EN ISO 13855:2024	Safety of machinery - Positioning of safeguards with respect to the approach of the human body (ISO 13855:2024)	2006/42/WE
EN ISO 13857:2019	Safety of machinery - Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs (ISO 13857:2019)	2006/42/WE
EN ISO 14118:2018	Safety of machinery - Prevention of unexpected start-up (ISO 14118:2017)	2006/42/WE
EN ISO 14119:2025	Safety of machinery - Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection (ISO 14119:2024)	2006/42/WE
EN ISO 14120:2015	Safety of machinery - Guards - General requirements for the design and construction of fixed and movable guards (ISO 14120:2015)	2006/42/WE
EN ISO 3746:2010	Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane (ISO 3746:2010)	2000/14/WE, 2006/42/WE
EN ISO 4414:2010	Pneumatic fluid power - General rules and safety requirements for systems and their components (ISO 4414:2010)	2006/42/WE
EN ISO 4871:2009	Acoustics - Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment (ISO 4871:1996)	2000/14/WE, 2006/42/WE

Tabela 3: Zastosowane normy: Normy typu C (normy dotyczące wyrobów)

Norma	Tytuł	Wymienione w
EN ISO 10218-1:2025	Robotics - Safety requirements - Part 1: Industrial robots (ISO 10218-1:2025)	2006/42/WE
EN ISO 10218-2:2025	Robotics - Safety requirements - Part 2: Industrial robot applications and robot cells (ISO 10218-2:2025)	2006/42/WE
EN ISO 21904-1:2020	Health and safety in welding and allied processes - Equipment for capture and separation of welding fume - Part 1: General requirements (ISO 21904-1:2020)	2006/42/WE

Tabela 4: Zastosowane normy: Inne zastosowane normy i specyfikacje techniczne (bez domniemania zgodności)

Norma	Tytuł	Wymienione w
EN IEC 61000-6-2:2019	Electromagnetic compatibility (EMC). Part 6-2: Generic standards. Immunity for industrial environments	2014/30/EU
EN IEC 61000-6-4:2019	Electromagnetic compatibility (EMC). Part 6-4: Generic standards. Emission standard for industrial environments	2014/30/EU
EN ISO 7010:2020	Graphical symbols. Safety colours and safety signs. Registered safety signs	

2 Bezpieczeństwo

Niniejszy rozdział zawiera podstawowe informacje dotyczące bezpieczeństwa dla wszystkich faz cyklu życia zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600. Obejmuje on:

- zamierzone użytkowanie
- racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użycie
- zainstalowane osłony i urządzenia ochronne
- oznakowanie bezpieczeństwa na maszynie

Ponadto obowiązują wskazówki bezpieczeństwa dotyczące poszczególnych czynności, zawarte w rozdziałach 5 do 11. Pełne zestawienie wszystkich ryzyk resztkowych wraz ze środkami ochronnymi z oceny ryzyka jest załączone na końcu niniejszego rozdziału i musi być przestrzegane przez wszystkie osoby pracujące przy maszynie lub z maszyną.

2.1 Zamierzone użytkowanie

Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 jest przeznaczona wyłącznie do zautomatyzowanego spawania MAG zespołów stalowych ze stali niestopowej i niskostopowej o masie przedmiotu do 40 kg i maksymalnych wymiarach gabarytowych przedmiotu 800 x 600 x 400 mm w produkcji seryjnej z zastosowaniem określonych, zatwierdzonych programów spawania. Załadunek i rozładunek wykonuje ręcznie przeszkolony personel wykwalifikowany na danym stanowisku czołowym dwustanowiskowego stołu obrotowego przy czasie cyklu ok. 90 sekund. Dostęp osób do przestrzeni roboczej robota podczas pracy automatycznej nie jest przewidziany.

Budowa jako zespół maszyn: (1) Przemysłowy robot przegubowy, 6 osi, zasięg 2600 mm, udźwig 12 kg, dostarczony przez producenta robota jako maszyna nieukończona wraz z unijną deklaracją włączenia zgodnie z załącznikiem V część B oraz instrukcją montażu zgodnie z załącznikiem XI. (2) Dwustanowiskowy stół obrotowy z pionową osią obrotu i obrotem o 180 stopni, stała środkowa ścianka działowa z kurtyną spawalniczą, pneumatyczne zaciski przedmiotu. (3) Źródło prądu spawania MAG 400 A przy cyklu pracy 60 procent, z oznakowaniem CE, z podajnikiem drutu i stacją czyszczenia palnika. (4) Odciąg dymów spawalniczych 1800 m³/h z wkładem filtracyjnym. Wszystkie komponenty są sterowane wspólnie i wprowadzane do obrotu jako jedna całość.

Do zamierzonego użytkowania należy również przestrzeganie niniejszej instrukcji obsługi, określonych okresów między czynnościami konserwacyjnymi oraz warunków otoczenia i przyłączenia podanych w rozdziałach 3 i 7. Maszyna jest przeznaczona do instalacji stacjonarnej w suchej hali produkcyjnej wewnątrz budynku. Każde inne lub wykraczające poza to użytkowanie uznaje się za niezgodne z zamierzonym użytkowaniem; za wynikające z niego szkody odpowiada wyłącznie użytkownik maszyny. Do użytkowania niezgodnego z zamierzonym należą w szczególności: spawanie przedmiotów aluminiowych, ocynkowanych lub powlekanych; spawanie ręczne wewnątrz celi; obróbka przedmiotów wykraczających poza zatwierdzone granice geometrii i masy; eksploatacja w atmosferach potencjalnie wybuchowych lub na zewnątrz.

2.2 Racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użycie

Wchodzenie do przestrzeni roboczej robota przez otwór załadunku mimo kurtyny świetlnej, np. przez przechodzenie nad nią, przeczołgiwanie się pod nią lub sięganie między wiązkami; manipulowanie kurtyną świetlną lub jej mostkowanie, np. przez jej zaklejenie lub zamocowanie przedmiotu w polu ochronnym; obchodzenie ryglowania drzwi serwisowych za pomocą zastępczego elementu uruchamiającego lub przez unieruchomienie drzwi w danym położeniu; przebywanie w obszarze obrotu stołu obrotowego podczas obrotu; korygowanie położenia lub poprawianie przedmiotu podczas pracy automatycznej bez zatrzymania maszyny; pozostawienie przełącznika wyboru trybu pracy w położeniu Ustawianie podczas pracy produkcyjnej; ciągłe uruchamianie lub unieruchomienie urządzenia zezwalającego; praca w celi bez środków ochrony indywidualnej, w szczególności bez gogli spawalniczych lub tarczy ochronnej; eksploatacja przy wyłączonym lub zablokowanym odciągu dymów spawalniczych; czyszczenie celi przy włączonej instalacji; prace konserwacyjne przy pneumatyce bez usunięcia ciśnienia i bez zabezpieczenia przed niezamierzonym ponownym uruchomieniem; ręczne podnoszenie przedmiotów o masie powyżej 15 kg bez urządzenia wspomagającego podnoszenie zapewnionego przez użytkownika maszyny; obsługa przez niepoinstruowany personel lub przez pracowników tymczasowych bez instruktażu; wkładanie przedmiotów o geometrii wykraczającej poza zatwierdzoną, prowadzące do kolizji; otwieranie źródła prądu spawania przed upływem czasu rozładowania.

2.3 Przestrzeganie instrukcji obsługi

Znajomość niniejszej instrukcji obsługi jest podstawowym warunkiem bezpiecznego obchodzenia się z maszyną. Przed wykonaniem jakichkolwiek prac przy maszynie lub z maszyną wyznaczony personel musi przeczytać i zrozumieć odpowiedni rozdział oraz rozdział 2 (Bezpieczeństwo). Instrukcję obsługi należy przechowywać w bezpośrednim sąsiedztwie maszyny; musi być ona zawsze dostępna dla personelu.

Kwalifikacje personelu: Obsługa wyłącznie przez poinstruowany personel; ustawianie, uczenie i wyszukiwanie usterek wyłącznie przez przeszkolony personel ustawiający po szkoleniu w zakresie robotów; konserwacja wyłącznie przez wykwalifikowany personel specjalistyczny; prace przy wyposażeniu elektrycznym wyłącznie przez wykwalifikowanych elektryków; prace przy urządzeniach spawalniczych i odciągu wyłącznie przez personel posiadający odpowiednie kwalifikacje. Osoby w trakcie szkolenia mogą pracować przy maszynie wyłącznie pod stałym nadzorem doświadczonego specjalisty.

Użytkownik maszyny musi zapewnić jednoznaczne określenie zakresów odpowiedzialności, regularne i udokumentowane przeprowadzanie instruktaży oraz dostęp do maszyny wyłącznie dla upoważnionego personelu. Oprócz niniejszej instrukcji obsługi należy przestrzegać obowiązujących przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zapobiegania wypadkom, a także wewnętrznych instrukcji użytkownika maszyny.

2.4 Oznakowanie bezpieczeństwa

Na maszynie trwale umieszczono następujące znaki bezpieczeństwa i znaki informacyjne. Należy utrzymywać je w czytelnym stanie, a w razie uszkodzenia wymienić.

Znaki ostrzegawcze (ISO 7010): „Ostrzeżenie: elektryczność” (W012) na szafie sterowniczej, na źródle prądu spawania i przy strefie spawania; „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” (W017) na stole obrotowym, na stacji czyszczenia palnika i po stronie odbioru stanowiska załadunku; „Ostrzeżenie: promieniowanie optyczne” (W027) przy otworze załadunku i drzwiach serwisowych; „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” (W018) przy wszystkich miejscach dostępu do przestrzeni roboczej robota i przy pulpicie sterowniczym; „Ostrzeżenie: zgniecenie” (W019) przy obszarze obrotu stołu obrotowego; „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” (W024) na stole obrotowym, na stanowisku załadunku oraz na blachach bocznych i ramie kurtyny świetlnej; „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” (W015) na stole obrotowym, na stanowisku załadunku i w punktach podnoszenia zespołów istotnych dla transportu; „Ostrzeżenie: ostry element” (W022) na uchwycie palnika i na podajniku drutu; „Ostrzeżenie: pole magnetyczne” (W006) przy drzwiach serwisowych, na stanowisku załadunku i na źródle prądu spawania; „Ostrzeżenie: śliska powierzchnia” (W011) przy wejściu na stanowisko załadunku i do przejścia konserwacyjnego; „Ostrzeżenie: przeszkoda na poziomie podłogi” (W007) w miejscach grożących potknięciem w przejściu konserwacyjnym.

„Ogólny znak ostrzegawczy” (W001) z tekstem uzupełniającym: „Zagrożenie pożarowe od rozprysków spawalniczych” na ogrodzeniu obwodowym; „Szkodliwy dym spawalniczy” przy strefie spawania; „Szkodliwy pył” i „Zagrożenie pożarowe od iskier w filtrze” na obudowie filtra zespołu odciągu; „Ciśnienie resztkowe w urządzeniu mocującym” na przyrządach mocujących i na zaworze odcinającym sprężonego powietrza; „Ryzyko przewrócenia przed zakotwieniem” po dwóch przeciwległych stronach ramy podstawy (na potrzeby montażu i przenoszenia w inne miejsce). W miejscu instalacji zasilania gazem osłonowym zapewnianego przez klienta użytkownik maszyny umieszcza znak ostrzegawczy W001 z tekstem uzupełniającym „Ryzyko uduszenia gazem osłonowym”.

Znaki zakazu: uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006) przy drzwiach serwisowych i na szafie sterowniczej; „Zakaz wstępu osobom z aktywnymi implantami serca” (ISO 7010, P007) przy wszystkich miejscach dostępu, ponieważ podczas spawania MAG powstają pola elektromagnetyczne; „Zakaz sięgania” (ISO 7010, P015) na stole obrotowym i przy otworze załadunku.

Znaki nakazu (ISO 7010): „Nakaz stosowania ochrony oczu” (M004) na stanowisku załadunku i przy drzwiach serwisowych; „Nakaz stosowania ochrony słuchu” (M003) na stanowisku załadunku; „Nakaz stosowania rękawic ochronnych” (M009) po stronie odbioru stanowiska załadunku i przy drzwiach serwisowych; „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” (M008) w całym obszarze roboczym; „Nakaz stosowania odzieży ochronnej” (M010) przy drzwiach serwisowych; „Nakaz stosowania ochrony dróg oddechowych” (M017) przy strefie spawania i na obudowie filtra zespołu odciągu.

Oznakowania dodatkowe: Tabliczka znamionowa z oznakowaniem CE na prawej ścianie bocznej szafy sterowniczej; oznaczenie urządzeń zatrzymania awaryjnego; wskazówka dotycząca czasu rozładowania na źródle prądu spawania; oznaczenia środka ciężkości i punktów podnoszenia na zespołach istotnych dla transportu; żółto-czarne oznakowanie podłogi zgodnie z niemiecką techniczną zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3 dla dróg komunikacyjnych i obszaru otwierania drzwi serwisowych.

Tabliczki tekstowe: „Ręczne przenoszenie tylko do 15 kg, powyżej użyć urządzenia wspomagającego podnoszenie” na stanowisku załadunku; „Przed wejściem załóż swoją osobistą kłódkę” i „Przerwij pracę w razie awarii oświetlenia” przy drzwiach serwisowych; „Przed rozpoczęciem spawania sprawdź zacisk masowy” na przyrządach mocujących; „Nie otwierać w razie alarmu pożarowego” na klapie serwisowej obudowy filtra; „Prowadzenie przewodów zmieniać wyłącznie zgodnie ze schematem elektrycznym RSZ-2600-EPL-001” oraz „Zmiany parametrów wyłącznie przez upoważniony personel specjalistyczny; wymagana następnie próba walidacyjna” na szafie sterowniczej; „Przed interwencją: odpowietrzyć do 0 bar i zablokować zawór odcinający” na zaworze odcinającym sprężonego powietrza; tabliczka tekstowa określająca zakres działania urządzeń zatrzymania awaryjnego (zatrzymanie awaryjne działa na wszystkie maszyny składowe celi) przy pulpicie sterowniczym.

2.5 Osłony i urządzenia ochronne

Opisane poniżej osłony i urządzenia ochronne są trwale zainstalowane w celi RSZ-2600. Nie wolno ich usuwać, modyfikować ani obchodzić. Maszynę wolno eksploatować wyłącznie z kompletnie zamontowanymi i sprawnymi osłonami i urządzeniami ochronnymi.

Osłony stałe i ruchome: Osłona obwodowa (ogrodzenie obwodowe) o wysokości 2200 mm z płytami wypełnienia nieprzepuszczającymi światła łuku, oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą i płytą cokołową; odległości bezpieczeństwa zaprojektowane zgodnie z EN ISO 13857. Drzwi serwisowe z tyłu jako osłona blokująca z ryglowaniem zgodnie z EN ISO 14119 (ryglowanie siłą sprężyny, zwalnianie przez doprowadzenie energii; kodowany element uruchamiający); ryglowanie jest zwalniane dopiero po zgaśnięciu łuku i przy monitorowanym bezruchu robota i stołu obrotowego. Od wewnątrz drzwi serwisowe można w każdej chwili otworzyć bez użycia narzędzi za pomocą odblokowania awaryjnego; jego uruchomienie wyzwala zatrzymanie. Klamka drzwi jest wyposażona w zabezpieczenie na osobiste kłódki: każda osoba wchodząca do celi zakłada przy otwartych drzwiach własną kłódkę i zabiera klucz ze sobą. Dopóki założona jest kłódka, drzwi nie można zamknąć, a trybu automatycznego nie można uruchomić. Ruchy są wówczas możliwe wyłącznie w trybie ustawiania przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością. Stała środkowa ścianka działowa dwustanowiskowego stołu obrotowego z kurtyną spawalniczą między stanowiskiem załadunku a strefą spawania.

Elektroczułe wyposażenie ochronne: Kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020 i EN IEC 61496-2:2020 o rozdzielczości 30 mm przy otworze załadunku; pole ochronne całkowicie obejmuje otwór załadunku i działa nieprzerwanie (bez mutingu), a pozostałe otwory są zamknięte

osłonami stałymi zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4; odległość bezpieczeństwa obliczona i udokumentowana zgodnie z EN ISO 13855. Wtargnięcie w pole ochronne wyzwala bezpieczne zatrzymanie robota i stołu obrotowego.

Sterownik bezpieczeństwa i funkcje bezpieczeństwa: Sterownik PLC bezpieczeństwa ocenia sygnały wszystkich osłon i urządzeń ochronnych. Główne funkcje bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-1: SF-01 blokada i ryglowanie drzwi serwisowych z bezpiecznym wyłączeniem źródła prądu spawania przy otwartych drzwiach (PL d, kategoria 3); SF-02 kurtyna świetlna przy otworze załadunku (PL e, kategoria 4); SF-03 zatrzymanie awaryjne (PL d, kategoria 3); SF-04 zezwolenie na ruch obrotowy stołu obrotowego (PL e, kategoria 4); SF-05 bezpiecznie zmniejszona prędkość w trybie ustawiania, maksymalnie 250 mm/s w punkcie TCP (PL d). Monitorowanie ciśnienia mocowania zacisków przedmiotu jest zintegrowane jako warunek zezwolenia w funkcji bezpieczeństwa SF-04; stół obrotowy obraca się wyłącznie po potwierdzeniu ciśnienia mocowania (patrz ocena ryzyka, nr 5). Walidację funkcji bezpieczeństwa udokumentowano zgodnie z EN ISO 13849-2.

Zatrzymanie awaryjne: Urządzenia zatrzymania awaryjnego zgodnie z EN ISO 13850 przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania. Zatrzymanie awaryjne działa na wszystkie maszyny składowe celi (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, podajnik drutu) i inicjuje zatrzymanie sterowane (kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1). Ponowne uruchomienie jest możliwe dopiero po odblokowaniu uruchomionego urządzenia zatrzymania awaryjnego i ręcznym potwierdzeniu na pulpicie sterowniczym.

Wybór trybu pracy i tryb ustawiania: Zamykany przełącznik wyboru trybu pracy z trybami pracy Automatyczny i Ustawianie; klucz pozostaje u osoby upoważnionej. W trybie ustawiania prędkość jest bezpiecznie ograniczona do 250 mm/s, a ruchy są możliwe wyłącznie przy uruchomionym trójpołożeniowym urządzeniu zezwalającym na pulpicie programowania zgodnie z EN ISO 10218-1; zwolnienie lub pełne wciśnięcie urządzenia wyzwala zatrzymanie sterowane (kategoria zatrzymania 1).

Blokada ponownego rozruchu i ostrzeżenie przed rozruchem: Po zadziałaniu urządzenia ochronnego, po zatrzymaniu awaryjnym i po przywróceniu napięcia funkcja blokady ponownego rozruchu zapobiega samoczynnemu ponownemu rozruchowi. Potwierdzenie odbywa się wyłącznie przy pulpicie sterowniczym poza strefą niebezpieczną, z widokiem na otwór załadunku. Przed rozruchem automatycznym rozlega się sygnał ostrzegawczy; kolumna sygnalizacyjna wskazuje stan pracy.

Odcinanie energii: Wyłącznik główny z możliwością zablokowania w położeniu wyłączenia zgodnie z EN 60204-1 do bezpiecznego odłączenia (LOTO); zawór odcinający sprężone powietrze z możliwością zablokowania, z funkcją odpowietrzania i wskaźnikiem ciśnienia resztkowego przy dostępie serwisowym; wskazówka ostrzegawcza dotycząca czasu rozładowania źródła prądu spawania przed jego otwarciem.

Bezpieczeństwo pneumatyczne: Presostat w obwodzie mocowania, który zezwala na ruch obrotowy stołu obrotowego wyłącznie po potwierdzeniu ciśnienia mocowania; czujnik obecności przedmiotu na każdym stanowisku, który sygnalizuje położenie przedmiotu; sterowany zawór zwrotny (zawór podtrzymujący ciśnienie) w przewodzie mocującym, który w razie spadku ciśnienia utrzymuje przedmiot w stanie zamocowanym, z ręcznym sterowaniem awaryjnym do kontrolowanego usunięcia ciśnienia w razie usterki.

Dodatkowe środki ochronne: Sprzęgło antykolizyjne na palniku spawalniczym z natychmiastowym zatrzymaniem bezpieczeństwa w razie kolizji; ochrona przed uderzeniem w obszarze stołu obrotowego oraz blacha odbojowa pod stołem obrotowym jako urządzenie wychwytujące; czas blokady stygnięcia dla każdego programu spawania z czerwoną lampką sygnalizacyjną na stanowisku odbioru; monitorowanie temperatury na szyjce palnika ze wskazaniem zezwolenia na panelu HMI; odciąg dymów spawalniczych 1800 m³/h z monitorowaniem wydajności odciągu, wstępnym separatorem iskier, monitorowaniem temperatury wkładu filtracyjnego, zmotoryzowanymi przepustnicami odcinającymi oraz czujkami dymu i CO (blokady eksploatacyjne bez wymagania PL); zintegrowane z maszyną oświetlenie miejsca pracy z komunikatem o awarii na panelu HMI; oznakowanie podłogi dla dróg komunikacyjnych i mostki kablowe z ochroną przed najechaniem w otoczeniu celi.

Skuteczność osłon i urządzeń ochronnych należy sprawdzać zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 9 (kontrole codzienne) i rozdziale 10 (kontrole okresowe). Wszelkie stwierdzone wady należy niezwłocznie zgłaszać; maszynę należy wyłączyć z eksploatacji do czasu przeprowadzenia napraw.

2.6 Ryzyka resztkowe i środki ochronne

Pomimo opisanych osłon i urządzeń ochronnych na maszynie występują ryzyka resztkowe, których nie można całkowicie wyeliminować środkami konstrukcyjnymi. Pełne zestawienie wszystkich 42 ryzyk resztkowych, uporządkowane według faz cyklu życia, wraz z przypisanymi środkami ochronnymi przejęto z oceny ryzyka i załączono na końcu niniejszego rozdziału. Środki ochronne podano tam dla każdego zagrożenia w kolejności zgodnej z EN ISO 12100: konstrukcja bezpieczna samoistnie (krok 1), techniczne środki ochronne i uzupełniające środki ochronne (krok 2), informacje dotyczące użytkowania (krok 3).

Przegląd głównych ryzyk resztkowych: Zagrożenie zgnieceniem i uderzeniem przez robota i stół obrotowy podczas prac przy otwartych osłonach i urządzeniach ochronnych (ustawianie, wyszukiwanie usterek); promieniowanie optyczne łuku, a także gorące powierzchnie i rozpryski spawalnicze w otoczeniu stanowisk; zagrożenie dymem spawalniczym przy niewystarczającym odciągu; zagrożenie elektryczne przy szafie sterowniczej i źródle prądu spawania; zgromadzona energia pneumatyczna w obwodzie mocowania; narażenie na hałas na stanowisku załadunku (84 dB(A)); pola elektromagnetyczne w otoczeniu procesu spawania.

Środki ochrony indywidualnej: Podczas obsługi maszyny należy nosić co najmniej: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345, przylegającą, trudnopalną odzież roboczą, okulary ochronne z osłonami bocznymi i ochronniki słuchu. Podczas przenoszenia przedmiotów należy

dodatkowo nosić rękawice ochronne, a przy zdejmowaniu zespawanych przedmiotów rękawice termoochronne. Rękawice ochronne nie chronią przed zgnieceniem. Sięgać do obszaru obrotu wyłącznie wtedy, gdy stół obrotowy jest zatrzymany. Podczas prac ustawczych, konserwacyjnych i czyszczących w celi dodatkowo: gogle spawalnicze lub tarcza ochronna przy kontakcie wzrokowym z łukiem, rękawice spawalnicze podczas prac przy elementach, które są jeszcze ciepłe. ŚOI zapewnia użytkownik maszyny, który musi również nadzorować ich stosowanie.

Postępowanie w razie niebezpieczeństwa: W razie rozpoznawalnych zagrożeń natychmiast uruchomić zatrzymanie awaryjne, odłączyć maszynę wyłącznikiem głównym i poinformować przełożonego. Osoba zamknięta wewnątrz celi opuszcza ją za pomocą odblokowania awaryjnego drzwi serwisowych. Jeżeli osoba zostanie uwięziona przez robota lub stół obrotowy: uruchomić zatrzymanie awaryjne i wszcząć wewnętrzną procedurę alarmową. Bez zasilania napędów osie robota można przemieszczać za pomocą urządzenia do zwalniania hamulców zgodnie z instrukcjami producenta robota; wcześniej podeprzeć daną oś, ponieważ po zwolnieniu hamulca może ona opaść. Przy maszynie odłączonej od źródeł energii stół obrotowy można obrócić ręcznie po zwolnieniu hamulca silnika. Uwolnienie przeprowadza wyłącznie poinstruowany personel ustawiający i konserwacyjny. Pożary wyposażenia elektrycznego wolno gasić wyłącznie gaśnicami CO2 lub proszkowymi, nigdy wodą. Postępowanie w razie pożaru w zespole odciągu: patrz rozdział 9.5. W razie wypadków udzielić pierwszej pomocy i postępować zgodnie z wewnętrzną procedurą alarmową.

Tabela 5: Zestawienie zagrożeń resztkowych

Nr	Zagrożenie	Fazy cyklu życia
28	**Mechaniczne** Zagrożenie spadającymi częściami podczas transportu i montażu celi: Podczas transportu elementów celi dźwignicą lub wózkiem widłowym (segmenty ogrodzenia obwodowego, szafa sterownicza, rama podstawy robota) części mogą spaść wskutek błędów w zawieszaniu lub kołysania ładunku i uderzyć osoby.	Transport, Montaż
29	**Mechaniczne** Zagrożenie wskutek niewystarczającej stabilności celi podczas ustawiania: Jeżeli cela zostanie ustawiona na nierównej lub nienośnej posadzce albo kotwy ciężkie nie zostaną osadzone i dokręcone zgodnie z wymaganiami, instalacja może się przewrócić lub przesunąć; osoby znajdujące się w pobliżu mogą zostać uderzone.	Montaż, Oddanie do użytku
39	**Naruszenie integralności/bezpieczeństwo** Podłączenie obcych urządzeń powoduje sytuację zagrożenia: Podłączone obce urządzenie (nadrzędny układ sterowania linii lub MES użytkownika maszyny, brama zdalnej konserwacji, sygnały po stronie użytkownika z odciągu lub zasilania gazem) wysyła nieoczekiwane sygnały, zapisuje do zmiennych sterowania lub zajmuje zasoby. Maszyna uruchamia się, zmienia tryb pracy lub ignoruje warunki zatrzymania, ponieważ funkcje obcego urządzenia nie zostały uwzględnione w ocenie ryzyka. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.2.1 akapit czwarty lit. h, 1.2.4.4]	Montaż, Oddanie do użytku, Eksploatacja
12	**Elektryczne** Zagrożenie wskutek bezpośredniego lub pośredniego dotknięcia części pod napięciem źródła prądu spawania, szafy sterowniczej robota i układu sterowania celi (400 V AC, 32 kVA): Dotknięcie zacisków, przewodów lub wnętrza szafy sterowniczej przy otwartej szafie bez odłączenia zasilania może prowadzić do porażenia prądem z migotaniem komór lub do oparzeń.	Konserwacja, Oddanie do użytku, Wyszukiwanie usterek
30	**Kombinacja** Zagrożenie wynikające z nieprawidłowej parametryzacji układu sterowania robota lub sterownika bezpieczeństwa (np. błędne odległości bezpieczeństwa, błędne limity prędkości w trybie ustawiania, błędne zezwolenia stref): Błędne parametry mogą powodować, że funkcje bezpieczeństwa nie działają zgodnie z przeznaczeniem, a przez to zagrażać osobom wskutek ruchów robota lub stołu obrotowego.	Oddanie do użytku, Ustawianie, Konserwacja
31	**Kombinacja** Zagrożenie wynikające z różnych poziomów bezpieczeństwa maszyn składowych różnych producentów (robot, źródło prądu spawania, stół obrotowy, układ odciągowy): Brakujące lub niepełne blokady interfejsów między maszynami składowymi mogą powodować, że jedna maszyna składowa uruchomi się, mimo że inna znajduje się w stanie niebezpiecznym (EN ISO 11161).	Oddanie do użytku, Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek
37	**Naruszenie integralności/bezpieczeństwo** Niezamierzone uszkodzenie wskutek błędnej konfiguracji lub błędu obsługi: Wczytano błędny plik receptury lub parametrów, nie skonfigurowano ról i haseł (aktywne hasło domyślne), konfiguracja po usterce została przywrócona	Ustawianie, Eksploatacja, Oddanie do użytku

Nr	Zagrożenie	Fazy cyklu życia
	niekompletnie. Ustawienia istotne dla bezpieczeństwa odbiegają niezauważenie od zatwierdzonej konfiguracji. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. b, 1.2.1 akapit drugi lit. d, 1.2.1 akapit drugi lit. e]	
38	**Naruszenie integralności/bezpieczeństwo** Awaria lub zakłócenie połączenia sieci komunikacyjnej: Awaria sieci, przeciążenie (burza rozgłoszeniowa, odmowa usługi), przerwanie kabla lub zmiana segmentu sieci przerywa komunikację między komponentami sterowania lub komunikację związaną z bezpieczeństwem (PROFIsafe). Po przywróceniu dochodzi do nieoczekiwanego uruchomienia lub niekontrolowanego przejęcia nieaktualnych wartości zadanych. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.2.6, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.3]	Eksploatacja, Oddanie do użytku
40	**Naruszenie integralności/bezpieczeństwo** Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa niemożliwe do zidentyfikowania lub nieoznaczone: Stan wersji i suma kontrolna oprogramowania bezpieczeństwa nie mogą być odczytane na maszynie, a oprogramowanie i dane istotne dla bezpieczeństwa nie są jako takie oznaczone. Po interwencji, aktualizacji lub wymianie urządzenia nie można ustalić, czy maszyna nadal znajduje się w stanie sprawdzonym; praca z niezatwierdzonym oprogramowaniem pozostaje niewykryta. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.1.9 akapit czwarty, 1.7.4.2]	Oddanie do użytku, Konserwacja, Eksploatacja
43	**Naruszenie integralności/bezpieczeństwo** Niezabezpieczony dostęp inżynierski do sterownika bezpieczeństwa: Dostęp programistyczny do sterownika bezpieczeństwa lub sterownika PLC bezpieczeństwa jest osiągalny bez hasła lub z domyślnymi danymi uwierzytelniającymi producenta; program bezpieczeństwa można nadpisać lub wprowadzić w stan zatrzymania podczas pracy, możliwe jest też wymuszanie wejść i wyjść. Funkcje ochronne stają się nieskuteczne lub elementy wykonawcze są sterowane bezpośrednio. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit drugi, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a]	Oddanie do użytku, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek
1	**Mechaniczne** Zagrożenie zgnieceniem i ścięciem przez stół obrotowy podczas automatycznego obrotu: Części ciała operatora (dłonie, ramiona) mogą zostać wciągnięte i zgniecione między stołem obrotowym a stałą środkową ścianką działową lub ogrodzeniem obwodowym, w szczególności przy sięganiu do stołu obrotowego w trakcie obrotu w celu przestawienia przesuniętego przedmiotu (racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie).	Eksploatacja, Ustawianie, Wyszukiwanie usterek
2	**Mechaniczne** Zagrożenie zgnieceniem i wciągnięciem przez robota spawalniczego (robot przemysłowy) w trybie ustawiania: Przy zmniejszonej prędkości (sterowanie impulsowe) operatorzy lub personel ustawiający mogą zostać zgnieceni lub wciągnięci między ramię robota a urządzenia peryferyjne (ogrodzenie obwodowe, stół obrotowy, przyrząd spawalniczy) wskutek nieoczekiwanych ruchów robota.	Ustawianie

Nr	Zagrożenie	Fazy cyklu życia
4	**Mechaniczne** Zagrożenie zgnieceniem na styku stołu obrotowego i robota spawalniczego (strefa przekazania): Podczas obrotu załadowany przyrząd wchodzi w obszar roboczy robota; nieskoordynowane wejście robota w obszar obrotu lub brak blokady między ruchem stołu obrotowego a zezwoleniem dla robota może prowadzić do kolizji i obrażeń od zgniecenia.	Eksploatacja, Ustawianie, Wyszukiwanie usterek
5	**Mechaniczne** Spadanie przedmiotów lub elementów przyrządu wskutek awarii pneumatycznego urządzenia mocującego: W razie zaniku sprężonego powietrza lub nieszczelności elementy mocujące otwierają się w sposób niekontrolowany; przedmioty o masie do 40 kg mogą spaść ze stołu obrotowego i uderzyć osoby na stanowisku załadunku.	Eksploatacja, Ustawianie, Wyszukiwanie usterek
6	**Mechaniczne** Zagrożenie zgnieceniem i uderzeniem wskutek nieoczekiwanego ponownego rozruchu stołu obrotowego lub robota po zatrzymaniu awaryjnym lub po usunięciu usterki: Brak skoordynowanego zabezpieczenia przed ponownym rozruchem (EN ISO 11161) może powodować, że poszczególne maszyny składowe uruchomią się samoczynnie, gdy w strefie niebezpiecznej nadal przebywają osoby.	Wyszukiwanie usterek, Konserwacja, Ustawianie
7	**Mechaniczne** Brak lub brak koordynacji funkcji zatrzymania awaryjnego między maszynami składowymi (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, układ odciągowy): Zatrzymanie awaryjne na jednej maszynie składowej niekoniecznie zatrzymuje wszystkie pozostałe maszyny składowe; osoby mogą być zagrożone przez elementy, które nadal pracują.	Eksploatacja, Ustawianie, Wyszukiwanie usterek
8	**Mechaniczne** Zagrożenie skaleczeniem i ukłuciem przez drut spawalniczy (drut pełny 1,0 do 1,2 mm) przy palniku spawalniczym: Drut wystający z palnika działa jak igła; podczas ustawiania, zakładania drutu lub czyszczenia palnika dłonie i palce mogą zostać ukłute lub skaleczone.	Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie
9	**Mechaniczne** Zagrożenie ergonomiczne oraz zagrożenie zgnieceniem podczas ręcznego załadunku i rozładunku przedmiotów o masie do 40 kg: Przedmioty do 15 kg są ładowane ręcznie, przedmioty powyżej 15 kg za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie dostarczonego przez użytkownika maszyny; w przypadku racjonalnie przewidywalnego niewłaściwego użytkowania (podnoszenie bez urządzenia wspomagającego) dochodzi do przeciążenia układu mięśniowo-szkieletowego oraz ryzyka utraty chwytu i następnie upadku przedmiotu na stopy lub dłonie.	Eksploatacja, Ustawianie
10	**Mechaniczne** Zagrożenie potknięciem, poślizgnięciem i upadkiem w obszarze stanowiska załadunku i przejścia konserwacyjnego wskutek rozprysków spawalniczych na podłodze, kabli, węży (sprężone powietrze, gaz osłonowy) oraz mokrych powierzchni podczas prac czyszczących.	Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie, Wyszukiwanie usterek

Nr	Zagrożenie	Fazy cyklu życia
11	**Mechaniczne** Zagrożenie wynikające z równoczesnego wejścia kilku osób do różnych stref celi (EN ISO 11161): Druga osoba przebywa wewnątrz celi, a personel ustawiający nie jest tego świadomy; gdy robot lub stół obrotowy się uruchomi, druga osoba zostaje uderzona.	Ustawianie, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek
13	**Elektryczne** Zagrożenie prądem spawania na przedmiocie i na przyrządzie: Obwód spawania przewodzi duże prądy (zwykle 100 do 350 A); w razie wadliwego połączenia z masą lub uszkodzenia izolacji osoby dotykające przedmiotu lub przyrządu mogą doznać porażenia prądem.	Ustawianie, Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek
14	**Elektryczne** Zakłócenia EMC między źródłem prądu spawania a sterownikiem bezpieczeństwa (sterownik robota, jednostka oceniająca kurtyny świetlnej, sterownik ryglowania osłony): Wysokoczęstotliwościowe impulsy zakłócające z łuku MAG mogą wpływać na funkcje bezpieczeństwa i prowadzić do fałszywego zadziałania lub, co jest bardziej krytyczne, do niewykrytej awarii funkcji bezpieczeństwa (EN ISO 11161).	Eksploatacja, Ustawianie
15	**Termiczne** Zagrożenie oparzeniem od gorących przedmiotów i spoin: Świeżo spawane zespoły osiągają w strefie spoiny kilkaset stopni Celsjusza; zdjęcie bez odpowiednich rękawic ochronnych lub dotknięcie spoiny może spowodować ciężkie oparzenia.	Eksploatacja, Ustawianie
16	**Termiczne** Zagrożenie oparzeniem i pożarem od rozprysków spawalniczych (lecące iskry): Podczas spawania MAG powstają rozpryski o temperaturze powyżej 1500 °C; mogą one upaść na materiały palne (opakowania, oleje, odzież) w otoczeniu i spowodować pożar lub oparzenia.	Eksploatacja, Ustawianie
17	**Termiczne** Ryzyko oparzenia od gorącego palnika spawalniczego i szyjki palnika: Szyjka palnika i końcówka prądowa silnie się nagrzewają po procesie spawania; przy wymianie palnika, podczas czyszczenia lub ustawiania bez okresu stygnięcia dłonie i palce mogą ulec oparzeniu.	Konserwacja, Ustawianie, Czyszczenie
18	**Promieniowanie** Zagrożenie promieniowaniem optycznym łuku MAG (UV, widzialne, IR): Łuk emituje intensywne promieniowanie ultrafioletowe, widzialne i podczerwone; patrzenie na łuk bez ochrony (także przez otwarte drzwi serwisowe w trybie ustawiania) może powodować uszkodzenia oczu (zapalenie rogówki i spojówek, uszkodzenie siatkówki) i oparzenia skóry.	Ustawianie, Eksploatacja
19	**Promieniowanie** Zagrożenie polami elektromagnetycznymi (EMF) generowanymi przez źródło prądu spawania i przewody spawalnicze: Duże prądy spawania wytwarzają silne pola magnetyczne; osoby z aktywnymi implantami (rozruszniki serca, pompy insulinowe) mogą być zagrożone przez te pola.	Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja

Nr	Zagrożenie	Fazy cyklu życia
20	**Materiały/substancje** Zagrożenie wdychaniem dymów i oparów spawalniczych (tlenki metali, mangan, tlenki żelaza): Spawanie MAG stali konstrukcyjnej wytwarza szkodliwe cząstki i gazy; przy niewystarczającym odciągu (nasycony wkład filtracyjny, wyłączony układ) stężenia w strefie oddychania operatora przekraczają wartości graniczne narażenia zawodowego.	Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie
24	**Hałas** Zagrożenie hałasem podczas procesu spawania MAG i od napędu stołu obrotowego: Proces spawania (hałas łuku, rozpryski) i napędy mechaniczne wytwarzają istotne poziomy ciśnienia akustycznego na stanowisku załadunku; przy pracy ciągłej (praca dwuzmianowa, 16 h) dobowy poziom ekspozycji na hałas LEX,8h może osiągnąć lub przekroczyć wartości powodujące podjęcie działań wynikające z niemieckiego rozporządzenia o ochronie pracowników przed hałasem i drganiami (LärmVibrationsArbSchV).	Eksploatacja, Ustawianie
27	**Ergonomiczne** Niewystarczające oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego: Niewystarczające natężenie oświetlenia utrudnia bezpieczny załadunek i rozładunek przedmiotów oraz wykonywanie prac konserwacyjnych i zwiększa ryzyko błędów i wypadków.	Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie
32	**Mechaniczne** Zagrożenie wskutek sięgania nad kurtyną świetlną lub pod nią na stanowisku załadunku (racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie): Osoby sięgają z boku kurtyny świetlnej lub pod nią do obszaru obrotu, nie wyzwalając funkcji ochronnej; stół obrotowy lub robot może się uruchomić i przytrzasnąć dłonie lub ramiona.	Eksploatacja, Ustawianie
36	**Naruszenie integralności/bezpieczeństwo** Manipulacja parametrami istotnymi dla bezpieczeństwa przez sieć: Nieuprawniony dostęp zapisu przez magistralę polową, OPC UA lub interfejs MES zmienia parametry istotne dla bezpieczeństwa (np. monitorowanie drzwi serwisowych, parametry kurtyny świetlnej, limit prędkości w trybie ustawiania). Funkcja ochronna staje się nieskuteczna lub maszyna pracuje poza granicami określonymi w ocenie ryzyka. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.1 akapit drugi lit. d]	Eksploatacja, Ustawianie
3	**Mechaniczne** Zagrożenie uderzeniem i zgnieceniem przez robota spawalniczego w trybie automatycznym przy nieuprawnionym wejściu: Osoby, które przechodzą przez ogrodzenie obwodowe lub manipulują przy drzwiach serwisowych, zostają uderzone przez oś robota poruszającą się z pełną prędkością i siłą albo przyciśnięte do stałych elementów.	Eksploatacja
21	**Materiały/substancje** Zagrożenie gazem osłonowym (mieszanina argonu i CO2 M21) w razie nieszczelności: Argon i CO2 są cięższe od powietrza, dlatego gaz osłonowy może	Eksploatacja, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek

Nr	Zagrożenie	Fazy cyklu życia
	gromadzić się w pobliżu podłogi; przy większych wyciekach w słabo wentylowanych pomieszczeniach istnieje ryzyko uduszenia wskutek wypierania tlenu.	
34	**Termiczne** Zagrożenie pożarowe w układzie odciągu dymów spawalniczych (pożar filtra): Iskry i rozżarzone cząstki zasysane przez proces mogą gromadzić się we wkładzie filtracyjnym i zapalić się tlącym pożarem lub pożarem filtra, także z opóźnieniem po zakończeniu zmiany. Dym pożarowy może rozprzestrzeniać się przez układ rurociągów i recyrkulację powietrza do hali.	Eksploatacja, Konserwacja
35	**Ergonomiczne** Zagrożenie wskutek wymuszonych pozycji ciała i powtarzalnych ruchów podczas załadunku i rozładunku przedmiotów: Operator wielokrotnie wykonuje ruchy chwytania, podnoszenia i mocowania w cyklu ok. 90 sekund; niekorzystne pozycje ciała (pochylanie, wyciąganie) przy zmiennej geometrii przedmiotów obciążają kręgosłup, barki i nadgarstki.	Eksploatacja
41	**Naruszenie integralności/bezpieczeństwo** Brak lub niekompletność dowodów ingerencji (rejestrowanie): Interwencje w sprzęt, oprogramowanie lub konfigurację istotne dla bezpieczeństwa nie są rejestrowane albo są rejestrowane bez znacznika czasu i sprawcy; dzienniki nadpisują się po krótkim czasie lub są podatne na manipulację. Nieuprawnione interwencje pozostają niewykryte, a ślad audytowy nie jest dostępny na żądanie organów. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit drugi, 1.1.9 akapit piąty, 1.2.1 akapit drugi lit. f]	Eksploatacja, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek
42	**Naruszenie integralności/bezpieczeństwo** Sfałszowane dane produkcyjne lub receptur z MES lub chmury: Dane zleceń i receptur pobierane z MES, ERP lub platformy chmurowej (np. parametry spawania, numer programu lub przyporządkowanie przedmiotu) są sfałszowane, nieaktualne lub przeznaczone dla niewłaściwej maszyny. Maszyna pracuje ze specyfikacjami spoza bezpiecznych granic lub z błędnym odniesieniem do przedmiotu i programu. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. b, 1.2.1 akapit drugi lit. d]	Eksploatacja
44	**Naruszenie integralności/bezpieczeństwo** Nieuprawniony lub błędny dostęp zdalny przez bramę zdalnej konserwacji: Przez połączenie IPsec VPN bramy zdalnej konserwacji osoba nieupoważniona ze skradzionymi danymi uwierzytelniającymi lub upoważniony technik w niewłaściwym momencie ingeruje w sterownik celi: zmiana programu lub parametrów, potwierdzenie usterek albo uruchomienie ruchów, gdy osoby znajdują się na stanowisku załadunku lub w przejściu serwisowym. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.1 akapit drugi lit. d]	Eksploatacja, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek
22	**Materiały/substancje** Zagrożenie pyłem filtracyjnym przy wymianie wkładu filtracyjnego odciągu dymów spawalniczych: Wkład filtracyjny zawiera wydzielony dym spawalniczy z tlenkami	Konserwacja, Czyszczenie

Nr	Zagrożenie	Fazy cyklu życia
	metali i drobnymi cząstkami; przy wymianie bez odpowiednich środków ochrony dróg oddechowych pył jest uwalniany i wdychany.	
23	**Mechaniczne** Zagrożenie energią resztkową pneumatyczną podczas prac konserwacyjnych i usuwania usterek: Po wyłączeniu zasilania sprężonym powietrzem w przewodach i siłownikach urządzenia mocującego pozostaje ciśnienie resztkowe; niekontrolowane rozprężenie może spowodować nagły ruch elementów mocujących i obrażenia osób lub wyrzucenie przedmiotów.	Konserwacja, Wyszukiwanie usterek
33	**Mechaniczne** Zagrożenie podczas demontażu celi po zakończeniu okresu użytkowania: Przy demontażu segmentów ogrodzenia obwodowego, ramy podstawy robota i szafy sterowniczej występują zagrożenia ze strony ciężkich elementów (zgniecenie, upadek), energii resztkowej w przewodach (sprężone powietrze, energia elektryczna) oraz ostrych krawędzi elementów z blachy.	Wycofanie z eksploatacji

Faza cyklu życia: Transport

Mechaniczne

Zagrożenie spadającymi częściami podczas transportu i montażu celi: Podczas transportu elementów celi dźwignicą lub wózkiem widłowym (segmenty ogrodzenia obwodowego, szafa sterownicza, rama podstawy robota) części mogą spaść wskutek błędów w zawieszaniu lub kołysania ładunku i uderzyć osoby.

Fazy cyklu życia: Transport, Montaż

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Wszystkie elementy celi (segmenty ogrodzenia obwodowego, szafa sterownicza, rama podstawy robota) są wyposażone w trwale zintegrowane punkty zawieszenia zaprojektowane zgodnie z obowiązującymi normami (np. śruby oczkowe zgodnie z DIN 580 lub nakrętki oczkowe zgodnie z DIN 582) z wyraźnie oznaczonym dopuszczalnym obciążeniem roboczym (WLL) na punkt zawieszenia. Środek ciężkości każdego elementu jest ustalony konstrukcyjnie lub udokumentowany oznakowaniem na elemencie w taki sposób, aby możliwe było stabilne zawieszenie bez kołysania ładunku, przy kącie zawiesia nie większym niż 60 stopni od pionu (β ≤ 60°) (projekt oparty na niemieckiej DGUV Regel 109-017 jako odniesieniu planistycznym).
- Zmniejsza to prawdopodobieństwo błędu zawieszenia już przez samą konstrukcję.
- Ryzyko resztkowe wynikające z kołysania ładunku i obecności osób w strefie niebezpiecznej:
- Techniczna dokumentacja transportowa: dla każdego elementu należy dostarczyć plan zawieszenia (rysunek z punktami zawieszenia, położeniem środka ciężkości, doborem osprzętu do podnoszenia i WLL) w ramach dokumentów montażowych ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.2, informacje o transporcie i przemieszczaniu).
- Wygrodzenie strefy niebezpiecznej: podczas wszystkich operacji dźwignicą obszar pod ładunkiem i obok niego należy zabezpieczyć barierami fizycznymi (taśma zaporowa, ogrodzenie zaporowe), tak aby niezamierzony dostęp osób był niemożliwy.
- Osprzęt do podnoszenia: dobór i stosowanie sprawdzonego osprzętu do podnoszenia (łańcuchy, zawiesia, szekle) o wystarczającym WLL i ważnym świadectwie badań zgodnie z niemieckim rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa użytkowania sprzętu roboczego (BetrSichV).
- Funkcja bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 nie ma zastosowania do tej fazy transportu; nie należy przypisywać PLr.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.2):
- Plany zawieszenia z punktami zawieszenia, położeniem środka ciężkości i WLL dla każdego elementu ująć w rozdziałach 5.2 i 5.3.
- Wymaganie kwalifikacyjne: obsługę dźwignicy i zawieszanie ładunków mogą wykonywać wyłącznie poinstruowani i upoważnieni zawiesiarze (kwalifikacje zgodnie z niemiecką DGUV Information 209-013).
- Oznakowanie ostrzegawcze na każdym elemencie: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” (W015 zgodnie z EN ISO 7010:2020), podanie masy i WLL na punkt zawieszenia bezpośrednio na elemencie.

- Wymagania dotyczące ŚOI: hełm ochronny, obuwie bezpieczne (S3) i kamizelka ostrzegawcza są obowiązkowe podczas wszystkich operacji transportowych.
- Wskazówka: przebywanie pod zawieszonymi ładunkami jest zabronione.

Faza cyklu życia: Montaż

Mechaniczne

Zagrożenie wskutek niewystarczającej stabilności celi podczas ustawiania: Jeżeli cela zostanie ustawiona na nierównej lub nienośnej posadzce albo kotwy ciężkie nie zostaną osadzone i dokręcone zgodnie z wymaganiami, instalacja może się przewrócić lub przesunąć; osoby znajdujące się w pobliżu mogą zostać uderzone.

Fazy cyklu życia: Montaż, Oddanie do użytku

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Stabilność zapewniona konstrukcyjnie przez odpowiednio zwymiarowaną, sztywną skrętnie ramę podstawy (konstrukcja ramowa spawana lub stalowa rama konstrukcyjna) z szeroką powierzchnią podparcia i niskim środkiem ciężkości zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.6 (stabilność).
- Otwory mocujące w ramie podstawy do kotwienia do podłogi za pomocą 2 × 4 kotew ciężkich M16 należy przewidzieć tak, aby kotwienie było możliwe bez przeróbek; kotwienie jest zaprojektowane tak, aby nie mogło poluzować się samoczynnie i dawało się zwolnić wyłącznie narzędziem.
- Położenie środka ciężkości i odporność na przewrócenie należy zweryfikować obliczeniowo w ramach projektu (weryfikacja stabilności zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.6).
- Dostarczenie planu ustawienia dla danej maszyny (rysunek wymiarowy z minimalną nośnością podłoża 10 kN/m², tolerancją płaskości podłoża i położeniem punktów kotwienia) w ramach dokumentacji dostawy, który użytkownik maszyny zatwierdza przed rozpoczęciem montażu.
- Oznaczenie punktów kotwienia na ramie podstawy trwałym oznakowaniem (strzałka lub napis), aby personel montażowy mógł jednoznacznie rozpoznać położenia.
- Dla stanu montażu przed osadzeniem kotew: sprawdzenie stabilności bez kotwienia (weryfikacja odporności na przewrócenie, stosunek momentów stabilizujących do momentów przewracających co najmniej 1,5 według danych producenta). Środki te nie są funkcjami bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 i nie wymagają PLr.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): rozdział 7 (Warunki ustawienia) i rozdział 8 (Montaż i instalacja) z wiążącymi wymaganiami dotyczącymi: minimalnej nośności podłoża (co najmniej 10 kN/m²), wymaganej płaskości podłoża, obowiązku kotwienia do podłogi za pomocą 2 × 4 kotew ciężkich M16 (moment dokręcania 110 Nm) z podaniem typu kotwy i głębokości osadzenia oraz odesłanie do planu ustawienia.
- Oznakowanie ostrzegawcze na ramie podstawy: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Ryzyko przewrócenia przed zakotwieniem” na co najmniej dwóch przeciwległych bokach ramy podstawy, widoczny podczas montażu.
- Wymaganie kwalifikacyjne: ustawienie i kotwienie mogą wykonywać wyłącznie wykwalifikowani specjaliści (mechanicy przemysłowi lub monterzy z doświadczeniem w montażu maszyn); wymaganie należy podać w instrukcji obsługi.
- Wskazówka dotycząca ŚOI: obuwie bezpieczne (EN ISO 20345, klasa ochrony S3) i rękawice ochronne podczas montażu; wymaganie ująć w instrukcji obsługi.

Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Podłączenie obcych urządzeń powoduje sytuację zagrożenia: Podłączone obce urządzenie (nadrzędny układ sterowania linii lub MES użytkownika maszyny, brama zdalnej konserwacji, sygnały po stronie użytkownika z odciągu lub zasilania gazem) wysyła nieoczekiwane sygnały, zapisuje do zmiennych sterowania lub zajmuje zasoby. Maszyna uruchamia się, zmienia tryb pracy lub ignoruje warunki zatrzymania, ponieważ funkcje obcego urządzenia nie zostały uwzględnione w ocenie ryzyka. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.2.1 akapit czwarty lit. h, 1.2.4.4]

Fazy cyklu życia: Montaż, Oddanie do użytku, Eksploatacja

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Interfejsy do obcych urządzeń wykonywać jako zdefiniowane interfejsy sygnałowe o ustalonej semantyce (brak zezwolenia na ruchy wyłącznie na podstawie obcych sygnałów), sygnały istotne dla bezpieczeństwa prowadzić wyłącznie przez bezpieczne wejścia/wyjścia, obwód zatrzymania i zatrzymania awaryjnego obcego urządzenia jednoznacznie przyporządkować.
- Lista dozwolonych uczestników i zmiennych (whitelist), kontrola wiarygodności poleceń przychodzących, blokada zmian trybu pracy przez interfejsy zewnętrzne, diagnostyka brakujących lub nieznanych uczestników.
- Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.2, SR 2.1, SR 3.5, SR 5.2, SR 7.7.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi i opis interfejsów dla integratora (sygnały, stany, wymagania dla zespołu maszyn zgodnie z załącznikiem III pkt 1.2.4.4), wskazówka, że podłączenie niezatwierdzonych urządzeń wymaga ponownej oceny ryzyka.

Faza cyklu życia: Oddanie do użytku

Elektryczne

Zagrożenie wskutek bezpośredniego lub pośredniego dotknięcia części pod napięciem źródła prądu spawania, szafy sterowniczej robota i układu sterowania celi (400 V AC, 32 kVA): Dotknięcie zacisków, przewodów lub wnętrza szafy sterowniczej przy otwartej szafie bez odłączenia zasilania może prowadzić do porażenia prądem z migotaniem komór lub do oparzeń.

Fazy cyklu życia: Konserwacja, Oddanie do użytku, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Wszystkie części pod napięciem wewnątrz szafy sterowniczej (zaciski, szyny zbiorcze, zaciski mocy źródła prądu spawania) wykonano z osłonami zapobiegającymi dotknięciu (stopień ochrony co najmniej IP 2X lub IPXXB zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2), tak aby dotknięcie części pod napięciem było wykluczone już samą formą obudowy, bez potrzeby stosowania osłony.
- Ponadto minimalne odstępy między częściami pod napięciem a częściami dostępnymi zaprojektowano tak, aby stopień ochrony IP 2X był zachowany także przy otwartych drzwiach szafy (nasadki ochronne, osłony izolacyjne na listwach zaciskowych).
- Odpowiada to analogicznie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.1 (zasilanie energią elektryczną) oraz EN 60204-1:2018, pkt 6.2.
- Odłączenie i pozbawienie napięcia (LOTO): wyłącznik główny z możliwością zablokowania w położeniu WYŁ. zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 5.3 i EN ISO 14118:2018 (zapobieganie nieoczekiwanemu uruchomieniu / odcięcie energii).
- Wyłącznik główny musi jako odłącznik odłączać całą instalację od zasilania na wszystkich biegunach; napięcie resztkowe na kondensatorach źródła prądu spawania należy ograniczyć do wartości poniżej 60 V DC w ciągu 5 s za pomocą czasu rozładowania lub aktywnego obwodu rozładowania; jeżeli nie jest to osiągnięte, na obudowie umieszcza się tabliczkę ostrzegawczą z podanym czasem rozładowania (EN 60204-1:2018, pkt 6.2.4).
- Zamknięcie drzwi szaf: drzwi głównych szaf sterowniczych są wyposażone w zamek, który można otworzyć wyłącznie kluczem i który zapobiega nieuprawnionemu otwarciu (EN 60204-1:2018, pkt 6.2.2).
- Ochronne połączenia wyrównawcze i przewód ochronny: wszystkie obudowy szaf sterowniczych, źródło prądu spawania i szafa sterownicza robota są połączone ciągłym przewodem ochronnym (PE) o odpowiednim przekroju (EN 60204-1:2018, pkt 8.2), tak aby w razie uszkodzenia izolacji prąd zwarciowy był bezpiecznie odprowadzany, a urządzenie zabezpieczające (wyłącznik nadprądowy / RCD) zadziałało.
- Wyłącznik różnicowoprądowy (RCD): zastosowanie RCD (typ B, ponieważ możliwe są prądy różnicowe stałe od przemienników częstotliwości i źródła prądu spawania) o znamionowym różnicowym prądzie zadziałania 30 mA w obwodach, na których pracują osoby; w obwodach, w których RCD nie jest zgodny z procesem spawania, stosuje się zamiast niego monitorowanie izolacji (EN 60204-1:2018, pkt 6.3.3 i 7.7).
- Nie jest to funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr; środki działają biernie i konstrukcyjnie (oznakowanie ostrzegawcze: patrz stopień 3).

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): udokumentować procedurę odłączania zasilania (LOTO) w formie instrukcji krok po kroku, łącznie z czasem rozładowania kondensatorów źródła prądu spawania oraz sprawdzeniem braku napięcia odpowiednim przyrządem pomiarowym (próbnik napięcia kategorii CAT III 600 V).
- Wymaganie kwalifikacyjne: prace przy instalacji elektrycznej mogą wykonywać wyłącznie osoby wykwalifikowane w zakresie elektrycznym (Elektrofachkraft, EFK) zgodnie z niemieckim przepisem DGUV Vorschrift 3 albo osoby poinstruowane w zakresie elektrycznym pod nadzorem EFK.
- Wymagania dotyczące ŚOI: podczas prac w otwartej szafie należy nosić rękawice izolacyjne (zgodnie z EN 60903, klasa 00 dla napięć do 500 V AC), okulary ochronne (ochrona przed łukiem elektrycznym) oraz obuwie elektroizolacyjne.
- Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy W012 „Ostrzeżenie: elektryczność” zgodnie z EN ISO 7010:2020 umieścić trwale i dobrze widocznie na wszystkich drzwiach szaf i na źródle prądu spawania.
- Wskazówka o ryzyku resztkowym w instrukcji obsługi: po zadziałaniu wyłącznika głównego kondensatory w źródle prądu spawania i w przemienniku częstotliwości robota mogą nadal znajdować się pod niebezpiecznym napięciem (czas oczekiwania co najmniej 1 minuta dla źródła prądu spawania, dla napędu robota zgodnie z danymi producenta robota); brak napięcia należy zawsze sprawdzać pomiarem.

Kombinacja

Zagrożenie wynikające z nieprawidłowej parametryzacji układu sterowania robota lub sterownika bezpieczeństwa (np. błędne odległości bezpieczeństwa, błędne limity prędkości w trybie ustawiania, błędne zezwolenia stref): Błędne parametry mogą powodować, że funkcje bezpieczeństwa nie działają zgodnie z przeznaczeniem, a przez to zagrażać osobom wskutek ruchów robota lub stołu obrotowego.

Fazy cyklu życia: Oddanie do użytku, Ustawianie, Konserwacja

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Parametry istotne dla bezpieczeństwa (limity prędkości, strefy ochronne, zezwolenia stref) są przechowywane wyłącznie w sterowniku bezpieczeństwa (sterownik PLC bezpieczeństwa) i chronione przed nieuprawnioną lub przypadkową zmianą przez chronioną hasłem, opartą na rolach koncepcję dostępu.
- Zestawy parametrów funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 są zapisane w sterowniku bezpieczeństwa jako niezmienne rekordy danych chronione sumą kontrolną (np.
- CRC-32 lub równoważną), tak aby każda niezamierzona zmiana była automatycznie wykrywana przy rozruchu systemu i wymuszany był stan bezpieczny.
- Zasada ta odpowiada samoistnie bezpiecznej zasadzie sterowania zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.11 (zasady sterowania ograniczające występowanie zagrożeń) i zmniejsza możliwość, że błędne parametry w ogóle zaczną obowiązywać.
- Wymóg walidacji przed zwolnieniem: każda zmiana parametrów istotnych dla bezpieczeństwa wymaga udokumentowanego badania odbiorczego (próba funkcjonalna wszystkich dotkniętych funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05) przeprowadzonego przez dwie upoważnione osoby (zasada dwóch osób) przed ponownym uruchomieniem.
- Sterownik bezpieczeństwa nie może zezwolić na pracę automatyczną, dopóki nie zostanie wydane pozytywne potwierdzenie.
- Podstawa: EN ISO 13849-2:2012 (walidacja funkcji bezpieczeństwa) i EN ISO 11161:2007+A1:2010 (weryfikacja i walidacja zintegrowanych systemów wytwórczych).
- Weryfikacja parametrów przez sterownik bezpieczeństwa: sterownik bezpieczeństwa (PLr e dla SF-02 i SF-04, PLr d dla SF-01, SF-03 i SF-05 zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) sprawdza spójność parametrów istotnych dla bezpieczeństwa z zapisanymi wartościami odniesienia (porównanie sum kontrolnych) przy rozruchu i cyklicznie.
- W razie rozbieżności wyzwalane jest zatrzymanie kategorii 1 zgodnie z EN 60204-1:2018 i blokowany jest ponowny rozruch (brak automatycznego ponownego rozruchu zgodnie z EN ISO 14118:2018).
- Tryb ustawiania SF-05: bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s (SF-05, PLr d) jest ograniczona na poziomie sprzętowym w sterowniku bezpieczeństwa i nie może zostać nadpisana parametrami układu sterowania robota.
- Monitorowanie realizuje SRP/CS zgodnie z EN ISO 13849-1:2023, kategoria i PL zgodnie z SF-05 (PLr d).

- Zezwolenie strefy stołu obrotowego SF-04: zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy (SF-04, PLr e) jest udzielane wyłącznie przez sterownik bezpieczeństwa na podstawie zweryfikowanych sygnałów czujników; zezwolenie spowodowane samymi błędnymi parametrami stref w układzie sterowania robota jest wykluczone konstrukcyjnie.
- Zarządzanie zmianami: wszystkie zmiany parametrów są zapisywane ze znacznikiem czasu, identyfikacją użytkownika oraz wartością poprzednią i następną w zabezpieczonym przed manipulacją dzienniku zmian (ślad audytowy) sterownika bezpieczeństwa.
- Podstawa: EN ISO 11161:2007+A1:2010.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis procedury zmiany parametrów w formie przewodnika krok po kroku, zestawienie wszystkich parametrów istotnych dla bezpieczeństwa dla każdej funkcji bezpieczeństwa (SF-01 do SF-05), obowiązek przeprowadzenia próby walidacyjnej po każdej zmianie oraz obowiązek dokumentowania w dzienniku zmian.
- Wymaganie kwalifikacyjne: zmiany parametrów sterownika bezpieczeństwa może wykonywać wyłącznie personel specjalistyczny z udokumentowanymi kwalifikacjami w zakresie bezpieczeństwa funkcjonalnego (np. certyfikat TÜV Functional Safety Engineer lub równoważny) i znajomością systemu.
- Należy to ująć w instrukcji obsługi i w instrukcji eksploatacyjnej.
- Oznakowanie ostrzegawcze: na sterowniku bezpieczeństwa i szafie sterowniczej umieścić znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: elektryczność” (W012 zgodnie z EN ISO 7010:2020) oraz uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006).
- Dodatkowo znak informacyjny o treści: „Zmiany parametrów wyłącznie przez upoważniony personel specjalistyczny; wymagana następnie próba walidacyjna”.
- Lista kontrolna uruchomienia: przed każdym pierwszym uruchomieniem i po każdej zmianie parametrów należy wypełnić i podpisać listę kontrolną uruchomienia specyficzną dla instalacji (podstawa: EN ISO 11161:2007+A1:2010).

Kombinacja

Zagrożenie wynikające z różnych poziomów bezpieczeństwa maszyn składowych różnych producentów (robot, źródło prądu spawania, stół obrotowy, układ odciągowy): Brakujące lub niepełne blokady interfejsów między maszynami składowymi mogą powodować, że jedna maszyna składowa uruchomi się, mimo że inna znajduje się w stanie niebezpiecznym (EN ISO 11161).

Fazy cyklu życia: Oddanie do użytku, Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Architektura systemu z jednym nadrzędnym sterownikiem bezpieczeństwa (Safety Master) jako samoistnie bezpieczna zasada sterowania zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.11: wszystkie sygnały stanu istotne dla bezpieczeństwa maszyn składowych (tryb pracy robota, położenie krańcowe stołu obrotowego, praca układu odciągowego, gotowość źródła prądu spawania) są prowadzone wyłącznie przez sterownik bezpieczeństwa. Żaden napęd maszyny składowej nie otrzymuje sygnału zezwolenia, dopóki sterownik bezpieczeństwa nie oceni stanu całości jako bezpiecznego.
- Dzięki tej centralizacji możliwość niepełnej blokady interfejsów jest konstrukcyjnie ograniczona do minimum: nie istnieją równoległe, wzajemnie niezależne ścieżki zezwoleń między maszynami składowymi.
- Definicję interfejsów wykonuje się zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 (integracja systemu, odpowiedzialności, opis interfejsów) i dokumentuje w koncepcji bezpieczeństwa całej instalacji.
- Macierz blokad zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: dla każdej kombinacji maszyn składowych sporządza się i implementuje w sterowniku bezpieczeństwa pełną macierz stanów (tryb pracy x stan pozostałych maszyn składowych).
- Każdy sygnał zezwolenia jest zrealizowany jako koniunkcja (AND) wszystkich istotnych stanów bezpieczeństwa.
- Funkcja bezpieczeństwa SF-04 (zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny, PLr e) zapewnia, że stół obrotowy obraca się tylko wtedy, gdy pole ochronne kurtyny świetlnej jest wolne, zaciski są zamknięte, a położenie robota poza obszarem obrotu zostało potwierdzone.
- Funkcja bezpieczeństwa jest zaprojektowana na PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i zwalidowana zgodnie z EN ISO 13849-2:2012.
- Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (bezpieczne zatrzymanie po otwarciu drzwi serwisowych, kategoria zatrzymania 1, PLr d) i SF-02 (bezpieczne zatrzymanie po przerwaniu kurtyny świetlnej, PLr e) są skoordynowane w całej instalacji: sygnał zatrzymania z jednej maszyny składowej wyzwala przez sterownik bezpieczeństwa skoordynowane zatrzymanie wszystkich maszyn składowych.
- Dla robota i stołu obrotowego obowiązuje kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 9.2.2.
- Zatrzymanie awaryjne całej instalacji (SF-03, kategoria zatrzymania 1, PLr d) zgodnie z EN ISO 13850:2015 działa przez sterownik bezpieczeństwa na wszystkie maszyny składowe jednocześnie.

- Urządzenia zatrzymania awaryjnego są rozmieszczone przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania.
- Zapobieganie nieoczekiwanemu uruchomieniu zgodnie z EN ISO 14118:2018: po każdym zatrzymaniu (zatrzymanie awaryjne, zadziałanie urządzenia ochronnego, przerwa w zasilaniu energią) wymagane jest świadome polecenie ponownego rozruchu; automatyczny ponowny rozruch jest wykluczony.
- Tryb ustawiania z bezpiecznie zmniejszoną prędkością (SF-05, 250 mm/s, PLr d) i urządzeniem zezwalającym zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.7; w tym trybie robot i stół obrotowy poruszają się tylko przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością, a źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone przez SF-01, dopóki drzwi serwisowe są otwarte.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi całej instalacji zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4: logikę blokad interfejsów (macierz stanów, warunki zezwolenia dla każdej maszyny składowej) należy udokumentować w całości.
- Dla każdej maszyny składowej punkt przekazania odpowiedzialności za bezpieczeństwo (producent maszyny składowej do interfejsu, integrator od interfejsu) jest ustalony na piśmie w koncepcji bezpieczeństwa całej instalacji zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010 i należy go podać w instrukcji obsługi.
- Wymaganie kwalifikacyjne: uruchomienie, parametryzację i modyfikacje sterownika bezpieczeństwa może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel specjalistyczny znający EN ISO 13849-1:2023 i EN ISO 11161.
- Oznakowanie ostrzegawcze przy pulpicie sterowniczym: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” (W018 zgodnie z EN ISO 7010:2020).
- Instrukcja obsługi musi opisywać procedury wyszukiwania usterek i uruchamiania, w tym kolejność, w jakiej można uruchamiać maszyny składowe, oraz kroki weryfikacji sprawdzające blokadę interfejsów przed pierwszą pracą automatyczną.

Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Niezamierzone uszkodzenie wskutek błędnej konfiguracji lub błędu obsługi: Wczytano błędny plik receptury lub parametrów, nie skonfigurowano ról i haseł (aktywne hasło domyślne), konfiguracja po usterce została przywrócona niekompletnie. Ustawienia istotne dla bezpieczeństwa odbiegają niezauważenie od zatwierdzonej konfiguracji. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. b, 1.2.1 akapit drugi lit. d, 1.2.1 akapit drugi lit. e]

Fazy cyklu życia: Ustawianie, Eksploatacja, Oddanie do użytku

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Ustawienia istotne dla bezpieczeństwa oddzielić od receptur procesowych, tak aby zmiana receptury ich nie zmieniała; zakresy wartości w sterowniku bezpieczeństwa sztywno ograniczyć (granice wynikające z oceny ryzyka, załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. d).
- Wymuszona zmiana hasła przy uruchomieniu, model ról z zatwierdzaniem na zasadzie dwóch osób dla zmian istotnych dla bezpieczeństwa, porównanie aktywnej konfiguracji z zatwierdzonym wzorcem (suma kontrolna) przy rozruchu z wyświetleniem każdej rozbieżności, dziennik zmian.
- Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.5, SR 2.1, SR 3.4, SR 7.6.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: lista kontrolna uruchomienia (hasła, role, zabezpieczenie konfiguracji wzorcowej), opis danych określonych jako istotne dla bezpieczeństwa, polecenie sprawdzenia działania po zmianach konfiguracji.

Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Awaria lub zakłócenie połączenia sieci komunikacyjnej: Awaria sieci, przeciążenie (burza rozgłoszeniowa, odmowa usługi), przerwanie kabla lub zmiana segmentu sieci przerywa komunikację między komponentami sterowania lub komunikację związaną z bezpieczeństwem (PROFIsafe). Po przywróceniu dochodzi do nieoczekiwanego uruchomienia lub niekontrolowanego przejęcia nieaktualnych wartości zadanych. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.2.6, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.3]

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Oddanie do użytku

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Funkcje bezpieczeństwa projektować tak, aby utrata komunikacji prowadziła do stanu bezpiecznego (watchdog, nadzór czasowy bezpiecznych telegramów), a ponowny rozruch następował wyłącznie po świadomym potwierdzeniu (załącznik III pkt 1.2.3).
- Komunikację związaną z bezpieczeństwem oddzielić od komunikacji standardowej.
- Segmentacja sieci i ograniczanie obciążenia (ograniczanie szybkości, ochrona przed burzą na przełącznikach), monitorowanie jakości sieci z komunikatem diagnostycznym, zdefiniowane zachowanie przy utracie połączenia we wszystkich trybach pracy, przetestowane i udokumentowane.
- Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 7.1, SR 7.2, SR 5.1, SR 5.2.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: wymagania dotyczące sieci użytkownika (segmentacja, dopuszczalni uczestnicy, brak obcych urządzeń w segmencie bezpieczeństwa), opis zachowania przy awarii komunikacji i procedury ponownego rozruchu.

Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa niemożliwe do zidentyfikowania lub nieoznaczone: Stan wersji i suma kontrolna oprogramowania bezpieczeństwa nie mogą być odczytane na maszynie, a oprogramowanie i dane istotne dla bezpieczeństwa nie są jako takie oznaczone. Po interwencji, aktualizacji lub wymianie urządzenia nie można ustalić, czy maszyna nadal znajduje się w stanie sprawdzonym; praca z niezatwierdzonym oprogramowaniem pozostaje niewykryta. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.1.9 akapit czwarty, 1.7.4.2]

Fazy cyklu życia: Oddanie do użytku, Konserwacja, Eksploatacja

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa wykonać jako wyodrębnioną jednostkę z własnym numerem wersji i sumą kontrolną (oddzielnie od oprogramowania standardowego i wizualizacji), tak aby jednoznaczna identyfikacja była technicznie możliwa.
- Strona informacyjna na HMI pokazująca wersję i sumę kontrolną wszystkich komponentów oprogramowania istotnych dla bezpieczeństwa (zawsze łatwo dostępna bez logowania, załącznik III pkt 1.1.9 akapit czwarty), oznaczenie danych istotnych dla bezpieczeństwa w nazwach plików, menu i eksportach, porównanie z protokołem odbioru przy rozruchu.
- Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 3.4.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: wykaz oprogramowania i danych istotnych dla bezpieczeństwa wraz z wersjami (załącznik III pkt 1.7.4.2), instrukcja odczytu informacji o wersji, wskazówka o znaczeniu dla zgodności i o obowiązku zgłaszania odchyleń.

Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Niezabezpieczony dostęp inżynierski do sterownika bezpieczeństwa: Dostęp programistyczny do sterownika bezpieczeństwa lub sterownika PLC bezpieczeństwa jest osiągalny bez hasła lub z domyślnymi danymi uwierzytelniającymi producenta; program bezpieczeństwa można nadpisać lub wprowadzić w stan zatrzymania podczas pracy, możliwe jest też wymuszanie wejść i wyjść. Funkcje ochronne stają się nieskuteczne lub elementy wykonawcze są sterowane bezpośrednio. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit drugi, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a]

Fazy cyklu życia: Oddanie do użytku, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Dostęp programistyczny do sterownika bezpieczeństwa oddzielić fizycznie od sieci procesowej (osobny port, w zamkniętej szafie sterowniczej), w wersji seryjnej nie umożliwiać wymuszania sygnałów istotnych dla bezpieczeństwa, zmianę programu dopuszczać wyłącznie w zabezpieczonym stanie zatrzymania maszyny.
- Indywidualne hasło do dostępu do programu bezpieczeństwa z obowiązkową zmianą hasła przy uruchomieniu, aktywna ochrona zapisu i poziomy ochrony dostępu sterownika, rejestrowanie wszystkich dostępów i zmian programu z wersją i sumą kontrolną, wyświetlanie stanu programu na HMI.
- Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.5, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.4, SR 7.7.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: ochrona dostępu i zarządzanie hasłami jako obowiązek użytkownika, zakaz zmiany programu bez ponownego sprawdzenia i dokumentacji, odesłanie do wymagań dotyczących istotnej modyfikacji.

Faza cyklu życia: Ustawianie

Mechaniczne

Zagrożenie zgnieceniem i ścięciem przez stół obrotowy podczas automatycznego obrotu: Części ciała operatora (dłonie, ramiona) mogą zostać wciągnięte i zgniecione między stołem obrotowym a stałą środkową ścianką działową lub ogrodzeniem obwodowym, w szczególności przy sięganiu do stołu obrotowego w trakcie obrotu w celu przestawienia przesuniętego przedmiotu (racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie).

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Wymiary szczelin między krawędzią stołu obrotowego a stałą środkową ścianką działową oraz ogrodzeniem obwodowym należy zaprojektować tak, aby nie powstawały miejsca zgniecenia: szczeliny nie mogą być mniejsze niż minimalne odstępy podane w EN ISO 13854:2019, tabela 1 (25 mm dla palców, 100 mm dla dłoni, 120 mm dla ramienia, 500 mm dla ciała).
- Alternatywnie szczelinę należy utrzymać na tyle małą, aby żadna część ciała nie mogła w nią wejść (wymiary otworów zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4).
- Jeżeli nie da się osiągnąć żadnego z tych dwóch wymiarów szczeliny, geometrię ramy stołu należy ukształtować tak, aby nie powstał zbieżny klin (równoległe lub rozbieżne krawędzie zamiast zbieżnej szczeliny).
- Dodatkowo: masę i prędkość obrotową stołu obrotowego zmniejszyć do minimum wymaganego funkcjonalnie (dobór napędu), aby ograniczyć energię kinetyczną działającą w szczelinie zgniatającej.
- Ryzyko resztkowe po stopniu 1: obszar obrotu pozostaje strefą niebezpieczną, do której nie wolno wchodzić przy działającym napędzie.
- Techniczne środki ochronne:
- Zezwolenie na ruch obrotowy tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny (SF-04, PLr e, EN ISO 13849-1:2023): ESPE (kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020) monitoruje cały obszar obrotu; rozmieszczenie i odległość bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855:2024.
- Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym (SF-01, PLr d; kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018).
- Tryb ustawiania: ruch obrotowy wyłącznie z bezpiecznie zmniejszoną prędkością 250 mm/s i przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym (SF-05, PLr d, kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018).
- Zatrzymanie awaryjne w strefie operatora zgodnie z EN ISO 13850:2015, zintegrowane w SF-03 (PLr d, kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018).
- Odcięcie energii przed interwencjami: zawór odcinający z mechanicznym zatrzaskiem (blokada) zgodnie z EN ISO 4414:2010; stół obrotowy zablokować kształtowo w położeniu krańcowym (EN ISO 14118:2018).

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: wchodzenie w obszar obrotu przy pracującym lub niezabezpieczonym stole obrotowym jest zabronione.

- Przed każdą interwencją (np. przestawieniem przedmiotu) instalację należy całkowicie wyłączyć i zabezpieczyć (blokada i oznakowanie, LOTO).
- Dla trybu ustawiania obowiązuje odrębna procedura z użyciem urządzenia zezwalającego, opisana w instrukcji obsługi.
- Znaki ostrzegawcze na maszynie: na stole obrotowym umieszczono znaki ostrzegawcze W019 „Ostrzeżenie: zgniecenie” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” oraz znak zakazu P015 „Zakaz sięgania” (zgodnie z EN ISO 7010:2020).
- Kto może interweniować: ustawianie i usuwanie usterek mogą wykonywać wyłącznie przeszkolone osoby.
- Szkolenie należy powtarzać co najmniej raz w roku i dokumentować na piśmie.
- Środki ochrony indywidualnej: rękawice ochronne nie chronią przed zgnieceniem.
- Do obszaru obrotu wolno sięgać dopiero po zatrzymaniu stołu obrotowego.
- Obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345 jest obowiązkowe w całym obszarze instalacji.

Mechaniczne

Zagrożenie zgnieceniem i wciągnięciem przez robota spawalniczego (robot przemysłowy) w trybie ustawiania: Przy zmniejszonej prędkości (sterowanie impulsowe) operatorzy lub personel ustawiający mogą zostać zgnieceni lub wciągnięci między ramię robota a urządzenia peryferyjne (ogrodzenie obwodowe, stół obrotowy, przyrząd spawalniczy) wskutek nieoczekiwanych ruchów robota.

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Ograniczenie prędkości do maksymalnie 250 mm/s (prędkość TCP) w trybie ustawiania przez sterownik robota jako samoistnie bezpieczny wymóg konstrukcyjny robota (EN ISO 10218-1:2025, pkt 5.2.7 i 5.5.3).
- Dodatkowo: minimalne odległości między skrajnymi położeniami robota w trybie ustawiania a stałymi urządzeniami peryferyjnymi (ogrodzenie obwodowe, stół obrotowy, przyrząd spawalniczy) należy zmaksymalizować konstrukcyjnie, w granicach, na jakie pozwala układ celi, aby geometrycznie ograniczyć miejsca zgniecenia i wciągnięcia.
- Pozostałe miejsca zgniecenia, w których nie osiągnięto minimalnego odstępu 500 mm (ciało) lub 300 mm (głowa) według EN ISO 13854:2019, tabela 1, i których nie można usunąć konstrukcyjnie, są przekazywane do stopnia 2 jako ryzyko resztkowe.
- SF-05 „Bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania”, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023: funkcja bezpieczeństwa SLS (bezpiecznie ograniczona prędkość, w niniejszym dokumencie określana jako bezpiecznie zmniejszona prędkość) jest realizowana przez SRP/CS o PLr d.
- Urządzenie zezwalające (3-położeniowe, z funkcją paniki) zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.7 musi być stale uruchomione; po zwolnieniu lub pełnym wciśnięciu inicjowane jest zatrzymanie kategorii 1 zgodnie z EN 60204-1:2018.
- Personel ustawiający nosi pulpit programowania przy sobie; pulpit programowania musi mieć wyłączne uprawnienie do zezwalania na ruch, dopóki w przestrzeni chronionej przebywają osoby (EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.5).
- Dostęp do przestrzeni chronionej w trybie ustawiania jest możliwy wyłącznie przez drzwi serwisowe z ryglowaniem osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025.
- Ryglowanie zwalnia drzwi dla trybu ustawiania dopiero po wybraniu trybu „Ustawianie” na zamykanym przełączniku wyboru trybu pracy.
- Odcięcie energii przed wejściem do przestrzeni chronionej bez pulpitu programowania: bezpieczne odcięcie zgodnie z EN ISO 14118:2018 (przygotowanie procedury blokady i oznakowania).
- Pozostałe miejsca zgniecenia sprawdzono pod kątem minimalnych odstępów zgodnie z EN ISO 13854:2019, tabela 1, podczas odbioru fabrycznego.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): tryb ustawiania wyłącznie przez poinstruowany i upoważniony personel ustawiający z udokumentowanymi kwalifikacjami operatora robota.
- Opis dopuszczalnych pozycji ciała i obszarów ruchu w trybie ustawiania.

- Oznakowanie ostrzegawcze przy drzwiach serwisowych: znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020 oraz wskazówka „Zawsze mieć przy sobie urządzenie zezwalające”.
- Wymagania dotyczące ŚOI: obuwie bezpieczne S3 (EN ISO 20345), dopasowana odzież ochronna (brak ryzyka wciągnięcia przez luźną odzież).
- Wskazówka w instrukcji obsługi, że wchodzenie do przestrzeni chronionej bez aktywnego pulpitu programowania i bez urządzenia zezwalającego jest zabronione.

Mechaniczne

Zagrożenie zgnieceniem na styku stołu obrotowego i robota spawalniczego (strefa przekazania): Podczas obrotu załadowany przyrząd wchodzi w obszar roboczy robota; nieskoordynowane wejście robota w obszar obrotu lub brak blokady między ruchem stołu obrotowego a zezwoleniem dla robota może prowadzić do kolizji i obrażeń od zgniecenia.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Promień obrotu stołu obrotowego i granica przestrzeni roboczej robota (obwiednia TCP) zostają uzgodnione już na etapie projektowania w taki sposób, aby maksymalny zakres obrotu przyrządu i minimalna przestrzeń robocza robota zachowywały między sobą geometryczny odstęp minimalny ≥ 500 mm (minimalny odstęp zapobiegający zgnieceniu ciała zgodnie z EN ISO 13854:2019, tabela 1), gdyby oba ruchy były aktywne jednocześnie.
- Dzięki temu strefa nakładania się jest zminimalizowana konstrukcyjnie; całkowite wyeliminowanie nakładania się nie jest możliwe przy tej topologii układu ze względu na ograniczenia funkcjonalne, dlatego pozostałe nakładanie się zabezpiecza stopień 2.
- SF-04 „Zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny” z PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 (graf ryzyka: S2/F2/P2).
- Realizacja jako funkcja bezpieczeństwa z blokadą w sterowniku bezpieczeństwa: (a) monitorowanie bezruchu robota: robot musi znajdować się w zdefiniowanym położeniu spoczynkowym poza obszarem obrotu i potwierdzić to bezpiecznym sygnałem zwrotnym (bezpieczne wyjście sterownika robota zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.4.7 i 5.5.8), zanim zostanie udzielone zezwolenie dla stołu obrotowego.
- (b) Zezwolenie stołu obrotowego dla robota: dopóki stół obrotowy nie znajduje się w położeniu krańcowym i nie jest zablokowany, sterownik robota nie otrzymuje sygnału zezwolenia dla obszaru wejścia; stół obrotowy jest zablokowany kształtowo w położeniu krańcowym.
- (c) Ryglowanie osłony drzwi serwisowych do obszaru obrotu zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym, ujęte w SF-01 (PLr d).
- (d) Zatrzymanie awaryjne całej instalacji zgodnie z EN ISO 13850:2015, ujęte w SF-03 (PLr d), kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018.
- (e) W trybie ustawiania obowiązuje SF-05: bezpiecznie zmniejszona prędkość ≤ 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym (PLr d); personel ustawiający może wejść w obszar obrotu wyłącznie przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i ze zmniejszoną prędkością.
- Odległość ogrodzenia obwodowego od obszaru obrotu spełnia EN ISO 13857:2019, tabela 2; ogrodzenie obwodowe jest zaprojektowane zgodnie z EN ISO 14120:2015.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis logiki blokady SF-04 oraz trybów pracy Automatyczny i Ustawianie; wyraźna wskazówka, że wchodzenie w obszar obrotu przy pracującej instalacji jest zabronione.
- Tryb ustawiania: wymaganie kwalifikacyjne do udokumentowania (wyłącznie przeszkolony personel wykwalifikowany znający urządzenie zezwalające).

- Oznakowanie ostrzegawcze przy obszarze obrotu: znaki ostrzegawcze W019 „Ostrzeżenie: zgniecenie” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” zgodnie z EN ISO 7010:2020; przy drzwiach serwisowych dodatkowo uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006).
- Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345; w trybie ustawiania dodatkowo dopasowana odzież ochronna (brak ryzyka pochwycenia przez luźną odzież).
- Wskazówka o ryzyku resztkowym w trybie ustawiania i przy wyszukiwaniu usterek: urządzenie zezwalające zawsze trzymać uruchomione, nigdy nie wchodzić w obszar obrotu bez urządzenia zezwalającego.

Mechaniczne

Spadanie przedmiotów lub elementów przyrządu wskutek awarii pneumatycznego urządzenia mocującego: W razie zaniku sprężonego powietrza lub nieszczelności elementy mocujące otwierają się w sposób niekontrolowany; przedmioty o masie do 40 kg mogą spaść ze stołu obrotowego i uderzyć osoby na stanowisku załadunku.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Zastosowanie zacisków zamykanych pneumatycznie z zaworem zwrotnym sterowanym (zawór podtrzymujący ciśnienie) w przewodzie mocującym bezpośrednio przy siłowniku mocującym: w razie zaniku sprężonego powietrza lub nieszczelności przewodu zasilającego ciśnienie mocowania pozostaje zamknięte w siłowniku, a przedmiot pozostaje zamocowany; zaciski otwierają się dopiero po aktywnym odblokowaniu zaworu sterowaniem.
- Siła mocowania jest zaprojektowana na maksymalną masę przedmiotu 40 kg z uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 4414:2010.
- Dodatkowo: ograniczenie ciśnienia roboczego do poziomu wymaganego dla funkcji mocowania, aby zminimalizować zgromadzoną energię pneumatyczną (EN ISO 4414:2010).
- Monitorowanie ciśnienia mocowania z funkcją bezpieczeństwa: presostat w przewodzie mocującym monitoruje ciśnienie mocowania; jeżeli ciśnienie spadnie poniżej minimalnego ciśnienia mocowania, zezwolenie na ruch obrotowy stołu obrotowego jest blokowane (powiązanie z SF-04, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023).
- Dopóki ciśnienie mocowania nie zostało potwierdzone, stół obrotowy nie obraca się.
- Blokada mechaniczna ruchu obrotowego: kształtowe zablokowanie stołu obrotowego w pozycji załadunku, aby zapobiec niezamierzonemu obrotowi z zamocowanym lub luźnym przedmiotem; blokada jest zwalniana dopiero po potwierdzeniu ciśnienia mocowania (sprzężenie z SF-04, PLr e).
- Osłona/urządzenie wychwytujące: mechaniczne urządzenie wychwytujące (blacha odbojowa) pod stołem obrotowym, zaprojektowane na maksymalną masę przedmiotu 40 kg i maksymalną wysokość spadania, aby spadające elementy nie docierały do stanowiska załadunku; konstrukcja zgodnie z EN ISO 14120:2015.
- Odległość bezpieczeństwa na stanowisku załadunku: rozmieszczenie stanowiska załadunku tak, aby strefa niebezpieczna pod stołem obrotowym znajdowała się poza zwykłym obszarem przebywania.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis zasady mocowania (zaciski zamykane pneumatycznie z zaworem podtrzymującym ciśnienie) i monitorowania ciśnienia mocowania; zakaz przebywania pod stołem obrotowym podczas pracy oraz podczas wyszukiwania usterek bez zabezpieczonego bezruchu; postępowanie w razie zaniku sprężonego powietrza (wyłączyć maszynę, przywrócić zasilanie sprężonym powietrzem, zdjąć przedmiot dopiero po sprawdzeniu ciśnienia).

- Odcięcie energii przed interwencjami: polecenie pełnego rozprężenia układu pneumatycznego przed pracami konserwacyjnymi i serwisowymi zgodnie z EN ISO 4414:2010 i EN ISO 14118:2018 (zapobieganie nieoczekiwanemu ponownemu rozruchowi i nieoczekiwanemu uwolnieniu energii); ze względu na zawór podtrzymujący ciśnienie ciśnienie mocowania pozostaje zamknięte w siłownikach mocujących, dlatego przed jakimikolwiek pracami przy urządzeniu mocującym zaciski należy otworzyć i rozprężyć; przewidzieć zawór odcinająco-odpowietrzający z możliwością zablokowania.
- Oznakowanie ostrzegawcze: na stole obrotowym i na stanowisku załadunku umieścić znaki ostrzegawcze W015 „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” zgodnie z EN ISO 7010:2020.
- Kwalifikacje: wyszukiwanie usterek i prace ustawcze mogą wykonywać wyłącznie przeszkolone osoby wykwalifikowane; wymagania określić w instrukcji obsługi.
- ŚOI: nakazać noszenie obuwia bezpiecznego (S3 zgodnie z EN ISO 20345) na stanowisku załadunku jako ochronę przed ryzykiem resztkowym.

Mechaniczne

Zagrożenie zgnieceniem i uderzeniem wskutek nieoczekiwanego ponownego rozruchu stołu obrotowego lub robota po zatrzymaniu awaryjnym lub po usunięciu usterki: Brak skoordynowanego zabezpieczenia przed ponownym rozruchem (EN ISO 11161) może powodować, że poszczególne maszyny składowe uruchomią się samoczynnie, gdy w strefie niebezpiecznej nadal przebywają osoby.

Fazy cyklu życia: Wyszukiwanie usterek, Konserwacja, Ustawianie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: ponowny rozruch po zatrzymaniu awaryjnym lub po usunięciu usterki jest zdarzeniem układu sterowania, którego przy zasadzie działania całej instalacji (skoordynowana praca automatyczna robota i stołu obrotowego) nie można wyeliminować konstrukcyjnie bez zniesienia funkcji maszyny.
- Nie istnieje żaden środek geometryczny ani energetyczny, który zapobiegałby samemu ponownemu rozruchowi bez zniesienia funkcji maszyny.
- Ochronę należy więc w całości zapewnić środkami stopnia 2 (układ sterowania i blokady).
- Skoordynowane zabezpieczenie przed ponownym rozruchem zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: układ sterowania całej instalacji nie może zezwolić na ponowny rozruch maszyny składowej (stół obrotowy, robot), dopóki z bezpiecznego miejsca poza wszystkimi strefami niebezpiecznymi nie zostanie wydane świadome, ręczne polecenie ponownego rozruchu.
- Polecenie ponownego rozruchu nie może być wyzwalane automatycznie po potwierdzeniu zatrzymania awaryjnego ani po usunięciu usterki.
- Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (bezpieczne zatrzymanie, kategoria zatrzymania 1 przy otwarciu drzwi serwisowych, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) oraz SF-03 (zatrzymanie awaryjne całej instalacji, kategoria zatrzymania 1, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023) zapewniają bezpieczne doprowadzenie wszystkich napędów do bezruchu.
- Zabezpieczenie przed ponownym rozruchem jest zrealizowane jako integralna część funkcji bezpieczeństwa SF-01, SF-03 i SF-04 i wykonywane z ich odpowiednim PLr (SF-04: PLr e;
- SF-01 i SF-03: PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023).
- Funkcja bezpieczeństwa SF-04 (zezwolenie na 180-stopniowy ruch obrotowy stołu obrotowego tylko wtedy, gdy obszar obrotu jest wolny, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023): stół obrotowy może wykonywać ruch obrotowy tylko wtedy, gdy kurtyna świetlna typu 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020 (usytuowana zgodnie z EN ISO 13855:2024) wykryła, że obszar obrotu jest wolny.
- Funkcja ta pozostaje aktywna po ponownym rozruchu i zapobiega uruchomieniu w obecności osób.
- Funkcja bezpieczeństwa SF-05 (bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023): w trybie ustawiania ponowny rozruch jest zezwalany wyłącznie za pomocą urządzenia zezwalającego (3-położeniowego zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.7), tak aby wykluczyć nieoczekiwany ponowny rozruch z pełną prędkością.

- Odłączenie zasilania i odcięcie energii zgodnie z EN ISO 14118:2018: przed wejściem do strefy niebezpiecznej w celu wyszukiwania usterek lub konserwacji należy odłączyć zasilanie energią wszystkich odnośnych napędów (elektrycznych, pneumatycznych zgodnie z EN ISO 4414:2010) za pomocą zamykanego łącznika odcinającego i zabezpieczyć je przed niezamierzonym ponownym załączeniem (blokada i oznakowanie).
- Energię resztkową (zgromadzoną energię pneumatyczną) należy rozproszyć przed jakąkolwiek interwencją; stół obrotowy zablokować kształtowo w położeniu krańcowym.
- Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym: ryglowanie utrzymuje drzwi serwisowe zamknięte, dopóki niebezpieczne ruchy nie zostaną bezpiecznie zatrzymane (zakończone zatrzymanie kategorii 1).
- Integracja następuje w ramach SF-01 (PLr d).

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis sekwencji ponownego rozruchu po zatrzymaniu awaryjnym i po usunięciu usterki; wyraźne stwierdzenie, że ponowny rozruch jest dopuszczalny dopiero po całkowitym opuszczeniu wszystkich stref niebezpiecznych i wydaniu ręcznego polecenia potwierdzenia z zewnątrz.
- Opis procedury blokady i oznakowania zgodnie z EN ISO 14118:2018 dla wszystkich czynności konserwacyjnych i wyszukiwania usterek.
- Oznakowanie ostrzegawcze przy drzwiach serwisowych i przy urządzeniach potwierdzających: ostrzeżenie przed nieoczekiwanym ponownym rozruchem (znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020), wskazanie obowiązku potwierdzenia z zewnątrz.
- Wymaganie kwalifikacyjne: czynności ustawcze i konserwacyjne mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby wykwalifikowane, przeszkolone w zakresie procedury ponownego rozruchu i metody blokady i oznakowania (EN ISO 10218-2:2025, pkt 7.5.12).
- Wymagania dotyczące ŚOI: podczas wchodzenia do strefy niebezpiecznej w celu wyszukiwania usterek lub konserwacji należy nosić obuwie bezpieczne (S3 zgodnie z EN ISO 20345); dodatkowe ŚOI zgodnie z ustaleniami użytkownika maszyny w ocenie ryzyka stanowiska pracy.

Mechaniczne

Brak lub brak koordynacji funkcji zatrzymania awaryjnego między maszynami składowymi (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, układ odciągowy): Zatrzymanie awaryjne na jednej maszynie składowej niekoniecznie zatrzymuje wszystkie pozostałe maszyny składowe; osoby mogą być zagrożone przez elementy, które nadal pracują.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: koordynacja kilku niezależnych sterowników wymaga koniecznie nadrzędnej logiki sterowania.
- Sam środek konstrukcyjny (geometria, ograniczenie energii, substytucja) nie może zastąpić brakującego połączenia obwodów zatrzymania awaryjnego.
- Zasada działania całej instalacji wymaga aktywnej koordynacji sterowania.
- Nadrzędny obwód zatrzymania awaryjnego (SF-03) zgodnie z EN ISO 13850:2015 i EN ISO 11161:2007+A1:2010: wszystkie urządzenia zatrzymania awaryjnego całej instalacji są włączone do wspólnego, nadrzędnego obwodu bezpieczeństwa, który po uruchomieniu w dowolnym miejscu doprowadza wszystkie niebezpieczne maszyny składowe (robot, stół obrotowy, źródło prądu spawania, pneumatyka) do skoordynowanego bezruchu; układ odciągowy pracuje dalej ze względów eksploatacyjnych.
- Kategoria zatrzymania 1 zgodnie z EN 60204-1:2018 (zatrzymanie kontrolowane, po którym następuje odłączenie energii): robot wykonuje kontrolowane zatrzymanie na swojej ścieżce, stół obrotowy hamuje aktywnie, źródło prądu spawania zostaje odłączone od zasilania, a zaciski pozostają zamknięte dzięki zaworowi podtrzymującemu ciśnienie.
- Dalsza praca układu odciągowego nie jest funkcją bezpieczeństwa, lecz jest wymagana eksploatacyjnie.
- Funkcja bezpieczeństwa SF-03 jest określona z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i zrealizowana w kategorii 3 z PL d.
- Integracja robota następuje przez sterownik robota zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.3.3 (zakres działania zatrzymania awaryjnego, interfejs bezpieczeństwa do sterownika nadrzędnego).
- Urządzenia zatrzymania awaryjnego należy projektować zgodnie z EN ISO 13850:2015 (przycisk grzybkowy, żółte tło, samoblokujący, odblokowanie wyłącznie świadomym działaniem).
- Urządzenia zatrzymania awaryjnego należy rozmieścić tak, aby z każdego stanowiska obsługi co najmniej jedno z nich było osiągalne bez narażania się na zagrożenie (EN ISO 13850:2015).
- Blokada ponownego rozruchu: po zatrzymaniu awaryjnym konieczne jest ręczne zresetowanie, zanim instalacja będzie mogła zostać ponownie uruchomiona (EN ISO 13850:2015, pkt 4.1.4), aby zapobiec nieoczekiwanemu ponownemu rozruchowi zgodnie z EN ISO 14118:2018.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis topologii zatrzymania awaryjnego całej instalacji wraz z planem rozmieszczenia wszystkich urządzeń zatrzymania awaryjnego i zakresem działania każdego z nich.

- Jednoznaczne polecenie, że po zatrzymaniu awaryjnym przed zresetowaniem należy sprawdzić strefę niebezpieczną wszystkich maszyn składowych.
- Tryb ustawiania i wyszukiwanie usterek: polecenie, że interwencja w strefie niebezpiecznej jest dopuszczalna dopiero po całkowitym zatrzymaniu wszystkich maszyn składowych i zabezpieczeniu drzwi serwisowych przed zamknięciem (osobista kłódka w zabezpieczeniu kłódkowym).
- Wymaganie kwalifikacyjne: ustawianie i wyszukiwanie usterek wyłącznie przez poinstruowany personel wykwalifikowany, znający topologię zatrzymania awaryjnego.
- Oznakowanie przy pulpicie sterowniczym: tabliczka tekstowa określająca zakres działania urządzeń zatrzymania awaryjnego (zatrzymanie awaryjne działa na wszystkie maszyny składowe celi), uzupełniona znakiem ostrzegawczym W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020.

Mechaniczne

Zagrożenie skaleczeniem i ukłuciem przez drut spawalniczy (drut pełny 1,0 do 1,2 mm) przy palniku spawalniczym: Drut wystający z palnika działa jak igła; podczas ustawiania, zakładania drutu lub czyszczenia palnika dłonie i palce mogą zostać ukłute lub skaleczone.

Fazy cyklu życia: Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Automatyczne cofanie drutu po zakończeniu spawania: sterowanie podajnikiem drutu po każdym cyklu spawania automatycznie cofa drut o określoną wartość (5 do 10 mm) do palnika, tak aby ostry koniec drutu był schowany w końcówce prądowej i nie wystawał swobodnie.
- Konstrukcyjnie minimalizuje to miejsce zagrożenia (swobodnie wystający koniec drutu) w fazach cyklu życia: ustawianie i czyszczenie.
- Dodatkowo: dobór systemu podawania drutu, który w trybie wsuwu (ustawianie) przesuwa drut tylko przy stale wciśniętym przycisku (zasada hold-to-run), tak aby drut nie był przesuwany w sposób niekontrolowany.
- Mechaniczne ograniczenie długości drutu: na szyjce palnika przewidziano nastawny ogranicznik długości drutu (nasadka ochronna palnika z określonym otworem), ograniczający maksymalną długość wystającego drutu do wymiaru minimalnego wymaganego dla procesu.
- Blokada automatycznego podawania drutu: automatyczne podawanie drutu jest blokowane, gdy tylko drzwi serwisowe zostaną otwarte; przy otwartych drzwiach drut można podawać wyłącznie w trybie wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania.
- Tryb wsuwu drutu: tryb wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania jest funkcją źródła prądu spawania, a nie funkcją bezpieczeństwa; ma zapobiegać niezamierzonemu szybkiemu podawaniu drutu.
- Oznakowanie miejsca zagrożenia na palniku i podajniku drutu znakiem ostrzegawczym W022 „Ostrzeżenie: ostry element” zgodnie z EN ISO 7010:2020.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wyraźna wskazówka, że drut spawalniczy ma ostry koniec, który może przebić skórę nawet w spoczynku.
- Opis bezpiecznego postępowania przy zakładaniu drutu (podawać drut wyłącznie w trybie wsuwu ze zmniejszoną prędkością wsuwania, koniec drutu przycinać czysto szczypcami bocznymi, nigdy nie wyczuwać go gołą ręką).
- Oznakowanie ostrzegawcze na uchwycie palnika i na podajniku drutu: znak ostrzegawczy W022 „Ostrzeżenie: ostry element” zgodnie z EN ISO 7010:2020.
- Wymaganie kwalifikacyjne: czynności przy palniku i podajniku drutu (zakładanie drutu, czyszczenie) mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby wykwalifikowane; wymaganie udokumentować w instrukcji obsługi.
- Wymagania dotyczące ŚOI: podczas zakładania drutu i czyszczenia palnika należy nosić rękawice ochronne odporne na przecięcie (zgodnie z EN 388, odporność na przekłucie co najmniej poziom 2); wymaganie ująć w instrukcji obsługi oraz w komunikacie wywieszonym na stanowisku pracy.

- Wskazówka dotycząca bezpiecznego przycinania końca drutu: przed każdą ręczną czynnością przy palniku koniec drutu należy przyciąć czysto i bez zadziorów odpowiednimi szczypcami bocznymi; narzędzie udostępnić na stanowisku pracy.

Mechaniczne

Zagrożenie ergonomiczne oraz zagrożenie zgnieceniem podczas ręcznego załadunku i rozładunku przedmiotów o masie do 40 kg: Przedmioty do 15 kg są ładowane ręcznie, przedmioty powyżej 15 kg za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie dostarczonego przez użytkownika maszyny; w przypadku racjonalnie przewidywalnego niewłaściwego użytkowania (podnoszenie bez urządzenia wspomagającego) dochodzi do przeciążenia układu mięśniowo-szkieletowego oraz ryzyka utraty chwytu i następnie upadku przedmiotu na stopy lub dłonie.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Ograniczenie masy przedmiotu przenoszonego ręcznie do maksymalnie 15 kg.
- Próg został ustalony przez producenta dla ok. 40 podniesień na godzinę i wynika z masy referencyjnej zgodnie z EN 1005-2:2003+A1:2008.
- Dla przedmiotów powyżej 15 kg i do 40 kg przyrząd mocujący na stanowisku załadunku jest zaprojektowany tak, aby załadunek od góry za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie dostarczonego przez użytkownika maszyny był możliwy bez przechwytywania (swobodny dostęp, głębokość wsunięcia, geometria ograniczników ustalających).
- Stanowisko załadunku jest przygotowane na urządzenie wspomagające podnoszenie dostarczone przez użytkownika maszyny (urządzenie wspomagające podnoszenie nie wchodzi w zakres dostawy, udźwig co najmniej 40 kg, promień działania obejmujący całą strefę załadunku).
- Dostęp od góry jest swobodny, tak aby operator mógł dosięgnąć pozycji załadunku bez przechwytywania i puszczania przedmiotu.
- Oznakowanie podłogi (żółto-czarne zgodnie z niemiecką ASR A1.3) obszaru odkładania i obrotu urządzenia wspomagającego podnoszenie na stanowisku załadunku, tak aby podczas załadunku operator nie stał pod zawieszonym ładunkiem.
- Kurtyna świetlna na stanowisku załadunku (SF-02, PLr e) zabezpiecza strefę niebezpieczną otworu maszyny; nie chroni przed samym spadnięciem przedmiotu, ale ogranicza obszar, w którym podczas załadunku mogą znajdować się dłonie.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): jednoznaczne określenie zasady manipulacji (do 15 kg ręcznie, powyżej 15 kg za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie dostarczonego przez użytkownika maszyny, udźwig co najmniej 40 kg) oraz właściwych punktów zaczepienia na przedmiocie.
- Określenie postawy ciała podczas załadunku zgodnie z EN 1005-4.
- Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku załadunku: znaki ostrzegawcze W015 „Ostrzeżenie: ładunek zawieszony” i W024 „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” oraz znak nakazu M008 „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” zgodnie z EN ISO 7010:2020.
- Tabliczka tekstowa „Ręczne przenoszenie tylko do 15 kg, powyżej użyć urządzenia wspomagającego podnoszenie” bezpośrednio na stanowisku załadunku.
- Wymaganie kwalifikacyjne: operatorzy muszą przed rozpoczęciem pracy zostać poinstruowani w zakresie użycia urządzenia wspomagającego podnoszenie i ergonomicznie prawidłowego

przenoszenia (udokumentowany instruktaż).

- Wymagania dotyczące ŚOI: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345 oraz rękawice ochronne (odporne na przecięcie, zapewniające pewny chwyt) należy określić jako minimalne ŚOI dla wszystkich czynności załadunku i rozładunku.

Mechaniczne

Zagrożenie potknięciem, poślizgnięciem i upadkiem w obszarze stanowiska załadunku i przejścia konserwacyjnego wskutek rozprysków spawalniczych na podłodze, kabli, węży (sprężone powietrze, gaz osłonowy) oraz mokrych powierzchni podczas prac czyszczących.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Kable i węże (sprężone powietrze, gaz osłonowy) należy konstrukcyjnie wyprowadzić poza obszar podłogi stanowiska załadunku i przejścia serwisowego, prowadząc je w korytach kablowych, łańcuchach energetycznych lub podwieszanych do sufitu systemach prowadzenia przewodów, tak aby nie powstawały miejsca grożące potknięciem.
- Przyłącza na stanowisku załadunku wykonać jako przyłącza podwieszane do sufitu lub ścienne panele gniazd.
- Narażenie podłogi na rozpryski spawalnicze zmniejszyć za pomocą zintegrowanych konstrukcyjnie blach osłonowych (osłony przeciwrozpryskowe) na stanowisku spawania, tak aby wyrzut w strefę operatora był zminimalizowany.
- Posadzka hali nie wchodzi w zakres dostawy; wymaganie dotyczące miejsca ustawienia (antypoślizgowa okładzina podłogowa) jest przekazywane użytkownikowi maszyny w stopniu 3.
- Ryzyko resztkowe wynikające z pozostałych zagrożeń potknięciem i poślizgnięciem ogranicza się następującymi środkami technicznymi:
- oznakowanie podłogi (żółto-czarne zgodnie z niemiecką ASR A1.3) do oznaczenia dróg komunikacyjnych i stref niebezpiecznych zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.15.
- Odpowiednie stałe oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.4, tak aby przeszkody i mokre powierzchnie można było wcześnie zauważyć; oświetlenie zintegrowane z maszyną zgodnie z EN 1837 zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym.
- Maty przeciwrozpryskowe w bezpośrednim obszarze spawania, łatwe do zdjęcia i oczyszczenia.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4):
- wskazanie zagrożenia potknięciem i poślizgnięciem wskutek rozprysków spawalniczych, węży i mokrych powierzchni; określić interwały czyszczenia i procedury czyszczenia powierzchni podłogi.
- Wymaganie kwalifikacyjne: wszystkie osoby wchodzące na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego muszą zostać poinstruowane o zagrożeniach i układzie dróg komunikacyjnych.
- Wymagania dotyczące ŚOI: przy wchodzeniu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego należy nosić obuwie bezpieczne z podeszwą antypoślizgową (S3 zgodnie z EN ISO 20345).
- Oznakowanie ostrzegawcze przy wejściu na stanowisko załadunku i do przejścia serwisowego: umieścić znak ostrzegawczy W011 „Ostrzeżenie: śliska powierzchnia” oraz znak nakazu M008 „Nakaz stosowania obuwia bezpiecznego” zgodnie z EN ISO 7010:2020.

- Wymaganie dotyczące miejsca ustawienia: antypoślizgowa okładzina podłogowa na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym, klasa odporności na poślizg co najmniej R 11 zgodnie z niemiecką zasadą DGUV Regel 108-003.

Mechaniczne

Zagrożenie wynikające z równoczesnego wejścia kilku osób do różnych stref celi (EN ISO 11161): Druga osoba przebywa wewnątrz celi, a personel ustawiający nie jest tego świadomy; gdy robot lub stół obrotowy się uruchomi, druga osoba zostaje uderzona.

Fazy cyklu życia: Ustawianie, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania całej instalacji wymaga dostępnych stref do prac ustawczych, konserwacyjnych i wyszukiwania usterek.
- Zagrożenie wynika z równoczesnej obecności kilku osób w różnych strefach, której nie można rozwiązać samą geometrią, odległością ani ograniczeniem energii bez pokrzyżowania celu eksploatacyjnego.
- Zmniejszenie energii robota lub stołu obrotowego do poziomu, który bezpiecznie wyklucza obrażenia, nie jest technicznie możliwe w tego typu instalacji.
- Ochrona osób przy wejściu kilku osób do celi zgodnie z EN ISO 11161:2007+A1:2010: drzwi serwisowe mają zabezpieczenie na osobiste kłódki.
- Każda osoba wchodząca do celi zakłada swoją osobistą kłódkę na zabezpieczeniu otwartych drzwi.
- Dopóki założona jest kłódka, drzwi nie mogą zostać zamknięte, a tryb automatyczny nie może zostać uruchomiony.
- Ruchy są wówczas możliwe wyłącznie w trybie ustawiania, przy uruchomionym urządzeniu zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością.
- Potwierdzenie jest możliwe tylko z zewnątrz, przy pulpicie sterowniczym.
- Ryglowanie osłony drzwi serwisowych zgodnie z EN ISO 14119:2025 z odblokowaniem awaryjnym od wewnątrz zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 6.9.1, tak aby osoby uwięzione w środku mogły w każdej chwili opuścić celę.
- Zezwolenie na automatyczne uruchomienie (robot i stół obrotowy) jest zrealizowane jako funkcja bezpieczeństwa: automatyczne uruchomienie jest możliwe tylko wtedy, gdy drzwi serwisowe są zamknięte i utrzymywane w tym stanie przez ryglowanie, a potwierdzenie zostało wydane z zewnątrz.
- Funkcją dostępu jest SF-01 (bezpieczne zatrzymanie przy otwarciu drzwi serwisowych) z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023.
- Niezależnie od tego zezwolenie na obrót stołu obrotowego pozostaje zabezpieczone przez SF-04 (PLr e).
- W trybie ustawiania obowiązuje SF-05 (bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023).
- Urządzenie zezwalające jest przypisane do osoby.
- Cela ma dokładnie jedno urządzenie zezwalające, na pulpicie programowania; ruchy w trybie ustawiania są więc dozwolone wyłącznie wtedy, gdy wewnątrz celi nie przebywa nikt poza osobą trzymającą urządzenie zezwalające (instrukcja postępowania: patrz stopień 3).

- Odległości bezpieczeństwa między przestrzenią roboczą robota a miejscami przebywania osób spełniają EN ISO 13857:2019, tabela 2, oraz EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.4.6 i 5.8.9.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis ochrony osób przy drzwiach serwisowych (jedna osobista kłódka na osobę w zabezpieczeniu na kłódki, odblokowanie awaryjne od wewnątrz) oraz obowiązku założenia kłódki przed wejściem i zdjęcia jej dopiero po opuszczeniu celi.
- Instrukcja postępowania przy pracy wieloosobowej (ustawianie, konserwacja, wyszukiwanie usterek) z jednoznacznym przydziałem ról (osoba odpowiedzialna, koordynacja).
- Znaki ostrzegawcze przy drzwiach serwisowych: znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020, tabliczka tekstowa „Przed wejściem załóż swoją osobistą kłódkę”.
- Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi zostać poinstruowany w zakresie koncepcji wejścia wielu osób oraz używania zabezpieczenia na osobiste kłódki i odblokowania awaryjnego.
- Instruktaż należy udokumentować.
- Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345, dopasowana odzież ochronna (brak ryzyka pochwycenia przez luźną odzież) podczas przebywania wewnątrz celi.

Elektryczne

Zagrożenie prądem spawania na przedmiocie i na przyrządzie: Obwód spawania przewodzi duże prądy (zwykle 100 do 350 A); w razie wadliwego połączenia z masą lub uszkodzenia izolacji osoby dotykające przedmiotu lub przyrządu mogą doznać porażenia prądem.

Fazy cyklu życia: Ustawianie, Eksploatacja, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Ramę przyrządu i uchwyty przedmiotu należy zaprojektować tak, aby dotykalne powierzchnie przewodzące, które znajdują się w obwodzie prądu spawania, były konstrukcyjnie odizolowane galwanicznie od ramy maszyny za pomocą izolacji (płyty izolacyjne z epoksydu szklanego między płytą podstawy przyrządu a stołem maszyny oraz izolujące wkładki szczęk mocujących).
- Konstrukcyjnie przerywa to niezamierzoną drogę prądu przez ramę i dotykalne powierzchnie zewnętrzne.
- Dodatkowo: punkt przyłączenia przewodu masowego należy określić bezpośrednio na przedmiocie lub w wyznaczonym miejscu przyrządu niedostępnym dla operatora i zintegrować go przez ukształtowanie (wnęka, kanał prowadzący przewód) w taki sposób, aby nieprawidłowe umieszczenie zacisku masowego było konstrukcyjnie utrudnione.
- Źródło prądu spawania: źródło prądu spawania ma klasę ochronności I i stopień ochrony IP23S zgodnie z EN IEC 60974-1; włączenie do łańcucha przewodów ochronnych całej instalacji należy wykonać zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 8 (przekroje przewodów ochronnych, punkty przyłączenia).
- Monitorowanie połączenia z masą: monitorowanie prądu masowego źródła prądu spawania jest aktywne; w razie przerwania lub niedopuszczalnie dużej rezystancji przejścia proces spawania jest blokowany.
- Funkcja jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL (nie jest funkcją bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1:2023); nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka.
- Połączenia wyrównawcze: wszystkie przewodzące części przyrządu, które nie zostały celowo odizolowane, włącza się do ochronnych połączeń wyrównawczych instalacji (EN 60204-1:2018, pkt 8.2).
- Ograniczenie dostępu podczas procesu spawania: stanowisko załadunku jest zabezpieczone kurtyną świetlną (SF-02, PLr e zgodnie z EN ISO 13849-1:2023); podczas aktywnego spawania dostęp do strefy spawania uniemożliwiają drzwi serwisowe z blokadą (SF-01, PLr d) oraz logika zezwolenia stołu obrotowego (SF-04, PLr e), dzięki czemu dotknięcie części pod napięciem w trybie automatycznym jest wykluczone zarówno środkami konstrukcyjnymi, jak i sterowniczymi.
- Prowadzenie przewodów: przewody spawalnicze i masowe prowadzi się w zamkniętych korytach kablowych lub rurach ochronnych (ochrona przed uszkodzeniem mechanicznym); należy przestrzegać minimalnych promieni gięcia podanych przez producenta; przewody należy zabezpieczyć odciążeniem.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis prawidłowego podłączenia zacisku masowego (położenie, czyszczenie powierzchni styku, dopuszczalne obszary zaciskania);

wskazówka, że dotykanie przedmiotu i przyrządu podczas procesu spawania jest zabronione; interwały kontroli izolacji i stanu przewodów (codzienna kontrola wzrokowa, co pół roku pomiar izolacji przez osobę wykwalifikowaną w zakresie elektrycznym, patrz rozdział 10.2).

- Wymaganie kwalifikacyjne: ustawianie, wyszukiwanie usterek i konserwację źródła prądu spawania i jego przyłączy może wykonywać wyłącznie osoba wykwalifikowana w zakresie elektrycznym albo osoba poinstruowana w zakresie elektrycznym pod nadzorem takiej osoby (pojęcia zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 3.1).
- Oznakowanie ostrzegawcze na przyrządzie i w strefie spawania: w dobrze widocznym miejscu umieścić znak ostrzegawczy W012 „Ostrzeżenie: elektryczność” zgodnie z EN ISO 7010:2020; umieścić tabliczkę tekstową „Przed rozpoczęciem spawania sprawdź zacisk masowy”.
- Wymagania dotyczące ŚOI w instrukcji obsługi: podczas ustawiania i wyszukiwania usterek w strefie spawania należy nosić rękawice izolacyjne (klasa ochrony odpowiednia dla niskiego napięcia) oraz odzież ochronną dla spawaczy.

Elektryczne

Zakłócenia EMC między źródłem prądu spawania a sterownikiem bezpieczeństwa (sterownik robota, jednostka oceniająca kurtyny świetlnej, sterownik ryglowania osłony): Wysokoczęstotliwościowe impulsy zakłócające z łuku MAG mogą wpływać na funkcje bezpieczeństwa i prowadzić do fałszywego zadziałania lub, co jest bardziej krytyczne, do niewykrytej awarii funkcji bezpieczeństwa (EN ISO 11161).

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Przestrzenne i galwaniczne rozdzielenie obwodów spawania od obwodów bezpieczeństwa przez wymagania konstrukcyjne:
- Przewód powrotny prądu spawania poprowadzić jako osobny przewód powrotny blisko przedmiotu, bezpośrednio z powrotem od przyrządu spawalniczego, tak aby nie powstawały wielkopowierzchniowe pętle prądowe działające jak anteny.
- Przewody prądu spawania oraz przewody sygnałowe/sterownicze bezpieczeństwa prowadzić w oddzielnych korytach kablowych z minimalnym odstępem 200 mm (odstępy rozdzielające zgodnie z EN 50174-2 i EN 60204-1:2018, załącznik H); skrzyżowania wyłącznie pod kątem prostym.
- Źródło prądu spawania i sterownik bezpieczeństwa uziemić na oddzielnych szynach wyrównawczych połączonych z niską impedancją z przewodem ochronnym instalacji, aby uniknąć wspólnych dróg impedancyjnych. Środki te zmniejszają sprzężenie u źródła bez potrzeby stosowania urządzenia ochronnego.
- W odniesieniu do pozostałego ryzyka resztkowego zakłóceń przewodzonych i promieniowanych:
- Wszystkie przewody sygnałowe i sterownicze bezpieczeństwa (kurtyna świetlna SF-02, ryglowanie osłony SF-01, zezwolenie obrotu SF-04, zatrzymanie awaryjne SF-03) wykonać jako przewody ekranowane; ekran połączyć na obu końcach z niską impedancją z szyną wyrównawczą.
- Na zasilaniu sterownika bezpieczeństwa i jednostki oceniającej kurtyny świetlnej zastosować filtry sieciowe (filtry przeciwzakłóceniowe), zaprojektowane zgodnie z EN IEC 61000-6-2:2019 (wymagania dotyczące odporności dla środowisk przemysłowych).
- Sterownik robota, jednostkę oceniającą kurtyny świetlnej i sterownik ryglowania osłony montować wyłącznie w szafach sterowniczych z ciągłym ekranowaniem (obudowy metalowe, wprowadzenia kablowe zgodne z EMC).
- Sterownik bezpieczeństwa i wszystkie komponenty funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 muszą wykazywalnie spełniać wymagania odporności EN IEC 61000-6-2:2019 (dowody producentów komponentów znajdują się w dokumentacji).
- Funkcje bezpieczeństwa SF-01 (PLr d), SF-02 (PLr e), SF-03 (PLr d), SF-04 (PLr e) i SF-05 (PLr d) należy zwalidować zgodnie z EN ISO 13849-1:2023 i EN ISO 13849-2:2012; walidacja musi wykazać odporność SRP/CS zgodnie z EN ISO 13849-1:2023, załącznik L, oraz środki przeciwdziałające uszkodzeniom spowodowanym wspólną przyczyną (CCF) (załącznik F).

- Źródło prądu spawania: urządzenie z oznakowaniem CE i deklaracją zgodności UE obejmującą także dyrektywę EMC 2014/30/UE; emisja zaburzeń źródła zgodnie z EN IEC 60974-10 (EMC urządzeń do spawania łukowego), emisja zaburzeń całej instalacji zgodnie z EN IEC 61000-6-4:2019 (sprawozdanie z badań RSZ-2600-EMV-001).
- Cała instalacja: przeprowadzić odbiorcze badanie EMC zgodnie z EN IEC 61000-6-2:2019 w stanie roboczym z aktywnym procesem spawania, aby zweryfikować odporność funkcji bezpieczeństwa w rzeczywistych warunkach pracy.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4):
- Wskazówka, że zmiany w prowadzeniu przewodów (przewody prądu spawania, przewody sterownicze) może wykonywać wyłącznie wykwalifikowany personel ze znajomością EMC.
- Wskazówka konserwacyjna: kontrola wzrokowa zakończeń ekranów, połączeń wyrównawczych i rozdziału koryt kablowych; interwał kontroli sześć miesięcy (patrz rozdział 10.2).
- Wskazówka, że po każdej wymianie źródła prądu spawania, sterownika robota lub komponentów bezpieczeństwa konieczna jest ponowna kontrola funkcjonalna EMC funkcji bezpieczeństwa.
- Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający (tryb pracy Ustawianie, SF-05 aktywna) należy poinstruować o wzorcach usterek sterowników bezpieczeństwa związanych z EMC.
- Oznakowanie na szafie sterownika bezpieczeństwa: tabliczka tekstowa „Prowadzenie przewodów zmieniać wyłącznie zgodnie ze schematem elektrycznym RSZ-2600-EPL-001”.

Termiczne

Zagrożenie oparzeniem od gorących przedmiotów i spoin: Świeżo spawane zespoły osiągają w strefie spoiny kilkaset stopni Celsjusza; zdjęcie bez odpowiednich rękawic ochronnych lub dotknięcie spoiny może spowodować ciężkie oparzenia.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania spawania łukowego w osłonie gazu wymaga koniecznie wprowadzenia ciepła do przedmiotu; powstającej temperatury spoiny nie można fizycznie obniżyć do bezpiecznego poziomu bez wstrzymania samego procesu spawania.
- Zastąpienie procesu łączenia (np. klejeniem, skręcaniem) nie jest przewidziane i nie spełniałoby wymagań dotyczących produktu. Środka geometrycznego (odległość od spoiny przez ukształtowanie) nie da się zrealizować konstrukcyjnie w miejscu chwytu przy odbiorze, ponieważ operator musi chwycić zespół.
- Wymuszony czas stygnięcia: blokada po stronie sterowania po zakończeniu spawania (timer w sterowaniu instalacji), podczas której zezwolenie na zdjęcie na stanowisku załadunku (strona odbioru) pozostaje zablokowane.
- Czas blokady jest zapisany dla każdego programu spawania; zależy od geometrii przedmiotu i ilości wprowadzonego ciepła.
- Funkcja ta nie jest funkcją bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 (brak przypisanego PLr), lecz blokadą związaną z procesem; zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia, ale nie zastępuje obowiązku stosowania ŚOI.
- Lampka ostrzegawcza / urządzenie sygnalizacyjne: wskaźnik optyczny (czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru), który jest aktywny w czasie blokady stygnięcia i gaśnie, gdy tylko zostanie udzielone zezwolenie.
- Osłona termiczna: stała środkowa ścianka działowa z kurtyną spawalniczą między strefą spawania a stanowiskiem odbioru chroni operatora przed ciepłem promieniowania (konstrukcja zgodnie z EN ISO 13732-1:2008 w odniesieniu do granicznych temperatur dotyku jako odniesienia projektowego dla powierzchni, których można dotknąć nieumyślnie).

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wskazanie ryzyka oparzenia od gorących przedmiotów i spoin; określenie wymaganego czasu stygnięcia przed zdjęciem; obowiązek noszenia rękawic chroniących przed ciepłem (ŚOI kategorii II, odpowiednie dla ciepła kontaktowego zgodnie z EN 407, poziom skuteczności co najmniej poziom 3 dla ciepła kontaktowego) oraz w razie potrzeby ochrony przedramion.
- Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku odbioru: znak ostrzegawczy W017 „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” i znak nakazu M009 „Nakaz stosowania rękawic ochronnych” zgodnie z EN ISO 7010:2020 umieścić trwale i dobrze widocznie na stanowisku załadunku (strona odbioru) ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.1).

- Kwalifikacje i instruktaż: operatorów i personel ustawiający należy przed rozpoczęciem pracy poinstruować o ryzyku oparzenia, czasach stygnięcia i obowiązku stosowania ŚOI; instruktaż należy udokumentować.
- Zapewnienie ŚOI: instrukcja obsługi musi zobowiązywać użytkownika maszyny do zapewnienia odpowiednich rękawic chroniących przed ciepłem (EN 407) i nadzorowania ich stosowania.

Termiczne

Zagrożenie oparzeniem i pożarem od rozprysków spawalniczych (lecące iskry): Podczas spawania MAG powstają rozpryski o temperaturze powyżej 1500 °C; mogą one upaść na materiały palne (opakowania, oleje, odzież) w otoczeniu i spowodować pożar lub oparzenia.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Optymalizacja parametrów spawania w celu zminimalizowania rozprysków: zastosowanie procesu łukowego o niskim rozpryskiwaniu (np. łuk impulsowy lub łuk zwarciowy typu CMT) zamiast konwencjonalnego łuku zwarciowego, w zakresie, na jaki pozwala zadanie łączenia.
- Poprzez celowe zmniejszenie energii i ilości przenoszonych rozprysków konstrukcyjnie zmniejsza się prawdopodobieństwo, że rozpryski zdolne do zapłonu dotrą do materiałów palnych.
- Dodatkowo: strefę spawania należy usytuować tak, aby w promieniu ochronnym przed rozpryskami 1 m wokół strefy spawania nie były przechowywane ani prowadzone żadne palne materiały eksploatacyjne (oleje, smary, opakowania).
- Przewody z mediami palnymi należy wyprowadzić poza strefę rozprysków lub wyposażyć w osłony niepalne.
- Osłona: strefa spawania jest zamknięta ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą (EN ISO 14120:2015) oraz środkową ścianką działową stołu obrotowego; płyty wypełnienia i ścianka działowa są niepalne i odporne na rozpryski spawalnicze.
- Obudowa ta zapobiega przedostawaniu się rozprysków do ogólnej przestrzeni roboczej.
- W kierunku stanowiska załadunku strefę spawania osłania środkowa ścianka działowa stołu obrotowego z kurtyną spawalniczą zgodnie z EN ISO 25980.
- Układ odciągowy w strefie spawania: wychwytywanie dymów i cząstek spawalniczych bezpośrednio w miejscu powstawania zgodnie z EN ISO 21904-1:2020, aby odciągnąć rozżarzone cząstki i zmniejszyć obciążenie cieplne otoczenia.
- Zabezpieczenie strefy wykluczenia 1 m wokół ogrodzenia obwodowego: trwałe żółto-czarne oznakowanie podłogi zgodnie z niemiecką zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3 oraz, jeśli to możliwe, bariery fizyczne; w strefie nie wolno składować ani odkładać żadnych przedmiotów.
- Ochrona przeciwpożarowa: przy celi przewidzieć uchwyt na gaśnicę (CO2 lub proszkową, bez wody ze względu na instalację elektryczną); zapewnienie i kontrola środków gaśniczych należą do użytkownika maszyny (wskazówka w instrukcji obsługi, stopień 3).
- Funkcje bezpieczeństwa: drzwi serwisowe są włączone do sterownika bezpieczeństwa przez SF-01 (PLr d), a otwór załadunku przez SF-02 (PLr e); spawanie odbywa się wyłącznie przy zamkniętych i zaryglowanych drzwiach serwisowych.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wskazanie promienia ochronnego przed rozpryskami i zakaz przechowywania materiałów palnych w strefie spawania.
- Określenie dopuszczalnych zakresów parametrów spawania (prąd, napięcie, posuw drutu) w celu zminimalizowania rozprysków.

- Wskazówki dotyczące regularnego usuwania rozprysków z powierzchni maszyny i strefy spawania (zmniejszenie obciążenia ogniowego).
- Instrukcja postępowania na wypadek pożaru (alarmowanie, gaszenie w początkowej fazie, ewakuacja).
- Znaki ostrzegawcze na ogrodzeniu obwodowym zgodnie z EN ISO 7010:2020: ogólny znak ostrzegawczy W001 z dodatkowym tekstem „Zagrożenie pożarowe od rozprysków spawalniczych”. „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” (W017) w strefie spawania.
- Znak nakazu M010 „Nakaz stosowania odzieży ochronnej” przy drzwiach serwisowych.
- Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i operatorzy muszą być przeszkoleni w obsłudze systemu spawalniczego i postępowaniu ze sprzętem ochrony przeciwpożarowej.
- Personel ustawiający musi mieć kwalifikacje spawacza lub równoważny udokumentowany instruktaż.
- Wymagania dotyczące ŚOI: podczas prac ustawczych w strefie spawania należy nosić następujące ŚOI: trudnopalną odzież ochronną dla spawaczy (zgodnie z EN ISO 11611), rękawice spawalnicze (zgodnie z EN 12477), przyłbicę spawalniczą lub hełm spawalniczy z filtrem spawalniczym zgodnie z EN ISO 16321-2 (dawniej EN 169).
- W trybie automatycznym przy zamkniętych drzwiach serwisowych ŚOI spawacza nie są wymagane; wchodzenie do strefy spawania podczas pracy jest jednak zabronione (instrukcja obsługi).

Termiczne

Ryzyko oparzenia od gorącego palnika spawalniczego i szyjki palnika: Szyjka palnika i końcówka prądowa silnie się nagrzewają po procesie spawania; przy wymianie palnika, podczas czyszczenia lub ustawiania bez okresu stygnięcia dłonie i palce mogą ulec oparzeniu.

Fazy cyklu życia: Konserwacja, Ustawianie, Czyszczenie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Zastosowanie aktywnego chłodzenia palnika (palnik chłodzony wodą zamiast chłodzonego powietrzem): ciągłe chłodzenie wodą ogranicza konstrukcyjnie energię cieplną w szyjce palnika i na końcówce prądowej do znacznie niższego poziomu temperatury.
- Dodatkowo: uchwyt palnika i system wymiany są zaprojektowane tak, aby przy wymianie palnika operator dotykał wyłącznie rozprzężonych termicznie obszarów chwytu (rękojeść z tworzywa lub ceramiki, bez bezpośredniego kontaktu metalu z szyjką palnika).
- Konstrukcja zgodnie z EN ISO 13732-1:2008 (próg oparzenia dla gołego metalu ok. 51 °C przy czasie kontaktu 1 min i 48 °C przy 10 min).
- Monitorowanie czasu stygnięcia: czujnik temperatury na szyjce palnika przekazuje wartość do sterowania maszyny;
- HMI wskazuje zezwolenie na wymianę palnika i czyszczenie dopiero po spadku temperatury poniżej wartości granicznej.
- Funkcja jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL według EN ISO 13849-1; nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka.
- Osłona: strefa spawania jest zamknięta ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą (EN ISO 14120:2015); dostęp do palnika w celu konserwacji i czyszczenia odbywa się wyłącznie przez zabezpieczone drzwi serwisowe (SF-01, PLr d).
- Niezamierzony dostęp do gorącego palnika podczas pracy automatycznej jest w ten sposób wykluczony konstrukcyjnie.
- Przewidzieć odkładnik palnika z termicznie izolowanym gniazdem (podkładka ceramiczna lub silikonowa) bezpośrednio na stanowisku spawania, tak aby palnik po zakończeniu procesu był odkładany w określony sposób, a nie na przewodzące powierzchnie metalowe.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: wyraźnie podać czas stygnięcia po zakończeniu spawania przed każdą wymianą palnika, czyszczeniem lub pracami ustawczymi przy palniku (wartość orientacyjna zgodnie z danymi producenta palnika); uwzględnić procedurę wymiany palnika z krokiem „odczekać czas stygnięcia lub sprawdzić temperaturę”.
- Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: gorąca powierzchnia” (W017 zgodnie z EN ISO 7010:2020) umieścić trwale i dobrze widocznie w obszarze palnika i na drzwiach serwisowych.
- Kwalifikacje: wymianę palnika i czyszczenie mogą wykonywać wyłącznie poinstruowane osoby; instruktaż obejmuje ryzyko oparzenia, czasy stygnięcia i prawidłowe stosowanie ŚOI.

- Wymagania dotyczące ŚOI: rękawice chroniące przed ciepłem (odpowiednie dla ciepła kontaktowego, klasa ochrony zgodnie z EN 407) są obowiązkowe podczas wymiany palnika, czyszczenia i prac ustawczych przy palniku; wymaganie to należy podać w instrukcji obsługi i wskazać znakiem nakazu „Nakaz stosowania rękawic ochronnych” (M009 zgodnie z EN ISO 7010:2020) przy drzwiach serwisowych.

Promieniowanie

Zagrożenie promieniowaniem optycznym łuku MAG (UV, widzialne, IR): Łuk emituje intensywne promieniowanie ultrafioletowe, widzialne i podczerwone; patrzenie na łuk bez ochrony (także przez otwarte drzwi serwisowe w trybie ustawiania) może powodować uszkodzenia oczu (zapalenie rogówki i spojówek, uszkodzenie siatkówki) i oparzenia skóry.

Fazy cyklu życia: Ustawianie, Eksploatacja

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania spawania MAG wymaga koniecznie otwartego łuku o dużej intensywności promieniowania; prądu, napięcia i energii łuku nie można obniżyć do poziomu, na którym zagrożenie promieniowaniem zostałoby wyeliminowane, bez przerwania procesu spawania.
- Geometryczne przeniesienie miejsca zagrożenia nie jest możliwe w zrobotyzowanym systemie spawalniczym ze zmieniającymi się pozycjami spawania.
- Obudowa strefy spawania: ogrodzenie obwodowe z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą jako osłona stała zgodnie z EN ISO 14120:2015; płyty wypełnienia i powłoka (matowa czerń, powierzchnia pochłaniająca światło) mają być wykonane tak, aby na zewnątrz nie wydostawało się istotne odbicie UV/IR.
- Okna obserwacyjne i kurtyny spawalnicze zaprojektować zgodnie z EN ISO 25980.
- Drzwi serwisowe: drzwi serwisowe wyposażyć w ryglowanie osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025 (blokada z ryglowaniem, odblokowanie awaryjne zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 6.9.1).
- Funkcję bezpieczeństwa „SF-01 Bezpieczne zatrzymanie (kategoria zatrzymania 1) po otwarciu drzwi serwisowych” zrealizować z PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023: ryglowanie zwalnia drzwi dopiero po zgaszeniu łuku i zatrzymaniu robota; odległość bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855:2024 nie musi więc być obliczana.
- Tryb ustawiania przy otwartych drzwiach serwisowych: dopóki drzwi serwisowe są otwarte, źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone przez SF-01 (tor wyłączania sterownika bezpieczeństwa jak dla SF-03, PLr d zgodnie z EN ISO 13849-1:2023), tak aby przy otwartych drzwiach nie można było zajarzyć łuku.
- Dodatkowa blokada zezwolenia na spawanie w sterowniku standardowym (zezwolenie na spawanie tylko przy zamkniętych i zaryglowanych drzwiach serwisowych) jest blokadą eksploatacyjną bez wymagania PL.
- Funkcja „SF-05 Bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym w trybie ustawiania” (PLr d) dotyczy ruchów robota i stołu obrotowego.
- Przy zamkniętych drzwiach serwisowych przed promieniowaniem łuku chroni ryglowanie osłony (SF-01).
- Ochrona przed promieniowaniem przy otworze załadunku: środkowa ścianka działowa stołu obrotowego z kurtyną spawalniczą zgodnie z EN ISO 25980 osłania stanowisko załadunku, tak aby żadne promieniowanie bezpośrednie nie mogło dotrzeć do operatora.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: wskazanie zagrożenia promieniowaniem łuku MAG (UV, widzialne, IR) zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.1 i 1.7.4.2; stwierdzenie, że źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączane przez SF-01, dopóki drzwi serwisowe są otwarte; opis wymagań dotyczących ŚOI przy czynnościach ustawczych i konserwacyjnych w sąsiedztwie strefy spawania.
- Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi znać zagrożenie promieniowaniem związane ze spawaniem łukowym; instruktaż zgodnie z niemieckim rozporządzeniem w sprawie ochrony pracowników przed sztucznym promieniowaniem optycznym (OStrV) należy wskazać w instrukcji obsługi jako obowiązek użytkownika maszyny.
- Wymagania dotyczące ŚOI: przy czynnościach, przy których nie można całkowicie wykluczyć ryzyka resztkowego od promieniowania rozproszonego (np. odbicia podczas ustawiania w bezpośrednim sąsiedztwie): okulary spawalnicze lub przyłbica spawalnicza z filtrem spawalniczym zgodnie z EN ISO 16321-2 (dawniej EN 169), odzież ochronna odporna na UV i rękawice ochronne.
- Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: promieniowanie optyczne” (W027 zgodnie z EN ISO 7010:2020) przy drzwiach serwisowych i przy otworze załadunku; znaki nakazu „Nakaz stosowania ochrony oczu” (M004) i „Nakaz stosowania odzieży ochronnej” (M010) zgodnie z EN ISO 7010:2020 umieścić przy drzwiach serwisowych.
- Dane o emisji: informacje o promieniowaniu optycznym łuku w instrukcji obsługi zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.5.10 i 1.7.4.2; podstawą są dane producenta źródła prądu spawania oraz ocena emisji promieniowania zgodnie z EN 12198 (promieniowanie maszyn).

Promieniowanie

Zagrożenie polami elektromagnetycznymi (EMF) generowanymi przez źródło prądu spawania i przewody spawalnicze: Duże prądy spawania wytwarzają silne pola magnetyczne; osoby z aktywnymi implantami (rozruszniki serca, pompy insulinowe) mogą być zagrożone przez te pola.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Przewody spawalnicze (przewód prądowy i przewód powrotny) prowadzić i wiązać tak, aby przewód doprowadzający i powrotny znajdowały się w bliskim sąsiedztwie przestrzennym (skręcone lub równolegle prowadzone pary przewodów o minimalnej odległości między nimi): pola magnetyczne obu przewodów częściowo się znoszą, co znacznie zmniejsza wypadkowe natężenie pola w otoczeniu.
- Przewody utrzymywać możliwie jak najkrótsze technicznie i unikać zbędnego zwijania lub prowadzenia w pętlach, ponieważ pętle zwiększają natężenie pola. Źródło prądu spawania ustawić w pewnej odległości od stanowiska załadunku i pulpitu sterowniczego.
- Zabezpieczyć dostęp do strefy spawania (cela spawalnicza) w czasie pracy istniejącą osłoną stałą (ogrodzenie obwodowe zgodnie z EN ISO 14120:2015), tak aby osoby nie mogły podchodzić do bezpośredniego sąsiedztwa aktywnych przewodów spawalniczych podczas pracy automatycznej.
- Drzwi serwisowe wykonać z ryglowaniem osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d), które zezwala na wejście dopiero po wyłączeniu prądu spawania.
- W trybie ustawiania i podczas prac konserwacyjnych w sąsiedztwie przewodów: przed wejściem do strefy niebezpiecznej wyłączyć prąd spawania i zabezpieczyć przed ponownym włączeniem (odcięcie energii i bezruch zgodnie z EN ISO 14118:2018).
- Przewody spawalnicze prowadzą w całości wewnątrz ogrodzenia obwodowego, tak aby osoby znajdujące się poza celą zachowywały odległość od aktywnych przewodów.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: jednoznaczne stwierdzenie, że praca spawarki wytwarza silne pola elektromagnetyczne.
- Osoby z aktywnymi lub pasywnymi implantami metalowymi (rozruszniki serca, pompy insulinowe, implanty ślimakowe, implanty metalowe) nie mogą przebywać w bezpośrednim sąsiedztwie przewodów spawalniczych i źródła prądu spawania.
- Przed rozpoczęciem czynności ustawczych lub konserwacyjnych w sąsiedztwie przewodów należy wyłączyć prąd spawania.
- Wymaganie kwalifikacyjne: personel ustawiający i konserwacyjny musi zostać poinstruowany o zagrożeniu EMF; osoby ze znanymi implantami należy wykluczyć z czynności w bezpośrednim sąsiedztwie aktywnych przewodów spawalniczych.
- Oznakowanie ostrzegawcze: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: pole magnetyczne” (W006 zgodnie z EN ISO 7010:2020) umieścić przy drzwiach serwisowych, na stanowisku załadunku i na źródle prądu spawania.

- Dodatkowo w tych samych miejscach umieścić znak zakazu „Zakaz wstępu osobom z aktywnymi implantami serca” (P007 zgodnie z EN ISO 7010:2020).
- Emisję EMF należy opisać jakościowo w instrukcji obsługi; podstawą oceny są dane producenta źródła prądu spawania zgodnie z EN IEC 62822-2 (ocena urządzeń do spawania łukowego pod kątem narażenia osób na EMF).

Materiały/substancje

Zagrożenie wdychaniem dymów i oparów spawalniczych (tlenki metali, mangan, tlenki żelaza): Spawanie MAG stali konstrukcyjnej wytwarza szkodliwe cząstki i gazy; przy niewystarczającym odciągu (nasycony wkład filtracyjny, wyłączony układ) stężenia w strefie oddychania operatora przekraczają wartości graniczne narażenia zawodowego.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Zastąpienie materiału spawalniczego: zastosowanie elektrod z drutu pełnego o udokumentowanej zmniejszonej zawartości manganu (stop o niskiej zawartości Mn, np. zawartość Mn < 1,0 % według karty charakterystyki) zamiast elektrod z drutu proszkowego lub drutów o wysokiej zawartości manganu, w zakresie, na jaki pozwala zadanie spawalnicze (stal konstrukcyjna, jakość spoiny).
- Ponadto: optymalizacja parametrów spawania (napięcie łuku, prędkość posuwu drutu, skład gazu osłonowego) do ustawienia o małej emisji dymu zgodnie z zaleceniem producenta źródła prądu spawania, aby zminimalizować powstawanie dymu u źródła.
- Oba środki zmniejszają masę emitowanych zanieczyszczeń, a tym samym prawdopodobieństwo szkodliwej ekspozycji; ciężkość możliwej szkody pozostaje niezmieniona.
- Wentylacja techniczna i odciąg zgodnie z EN ISO 21904-1:2020 (odciąg dymów spawalniczych): wychwytywanie dymu spawalniczego przez okap nad strefą spawania o strumieniu objętości 1800 m³/h, który zapewnia prędkość wychwytu w miejscu powstawania.
- Układ odciągowy musi być wyposażony w monitorowanie filtra (presostat różnicowy), który wyzwala alarm, gdy wkład filtracyjny jest nasycony lub odciąg jest uszkodzony; cela zatrzymuje się w sposób kontrolowany i może zostać ponownie uruchomiona dopiero po usunięciu usterki (blokada eksploatacyjna bez wymagania PL według EN ISO 13849-1, nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka).
- Osłonięcie strefy spawania ogrodzeniem obwodowym z nieprzepuszczającymi światła łuku płytami wypełnienia (EN ISO 14120:2015) oraz środkową ścianką działową stołu obrotowego, aby zminimalizować przedostawanie się dymu do strefy operatora.
- Monitorowanie powietrza w pomieszczeniu pod kątem stężenia dymu spawalniczego na stanowisku załadunku jest zalecane jako dodatkowy środek ze strony użytkownika maszyny.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): określenie emitowanych rodzajów dymu spawalniczego oraz wskazanie wartości granicznych narażenia zawodowego, których należy przestrzegać zgodnie z TRGS 900 i TRGS 528 (niemieckie reguły techniczne dotyczące substancji niebezpiecznych); polecenie regularnej kontroli i wymiany wkładów filtracyjnych (interwał konserwacji zgodnie z danymi producenta, EN ISO 21904-1:2020); zakaz pracy spawalniczej przy niesprawnym lub wyłączonym układzie odciągowym.
- Znaki ostrzegawcze przy strefie spawania: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Szkodliwy dym spawalniczy” oraz znak nakazu „Nakaz stosowania ochrony dróg oddechowych” (M017) jako oznakowanie ryzyka resztkowego.

- Wymaganie dotyczące ŚOI: półmaska filtrująca FFP3 zgodnie z EN 149 lub urządzenie filtrujące z wymuszonym obiegiem powietrza przy pracach ustawczych, konserwacyjnych i czyszczeniu w strefie spawania przy wyłączonym układzie odciągowym.
- Wymaganie kwalifikacyjne: operatorów i personel ustawiający należy poinstruować o zagrożeniach związanych z dymem spawalniczym i prawidłowej obsłudze układu odciągowego (TRGS 528, pkt 5).

Hałas

Zagrożenie hałasem podczas procesu spawania MAG i od napędu stołu obrotowego: Proces spawania (hałas łuku, rozpryski) i napędy mechaniczne wytwarzają istotne poziomy ciśnienia akustycznego na stanowisku załadunku; przy pracy ciągłej (praca dwuzmianowa, 16 h) dobowy poziom ekspozycji na hałas LEX,8h może osiągnąć lub przekroczyć wartości powodujące podjęcie działań wynikające z niemieckiego rozporządzenia o ochronie pracowników przed hałasem i drganiami (LärmVibrationsArbSchV).

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Redukcja hałasu u źródła środkami konstrukcyjnymi zgodnie z EN ISO 11688-1:
- Optymalizacja procesu spawania: dobór parametrów spawania o niskiej emisji (łuk impulsowy zamiast łuku zwarciowego, gdzie jest to technicznie możliwe ze względu na proces), ponieważ łuk zwarciowy wytwarza większe rozpryski i większą emisję hałasu.
- Obudowa napędu i izolacja hałasu materiałowego napędu stołu obrotowego: elastyczne zamocowanie silnika napędowego i przekładni na ramie maszyny, aby zmniejszyć przenoszenie hałasu materiałowego na powierzchnie wypromieniowujące.
- Rama maszyny z profili dźwiękochłonnych lub tłumionych (np. poszycie z blachy z wyłożeniem matami tłumiącymi bitumicznymi) zamiast nietłumionych powierzchni blachy stalowej, aby zmniejszyć promieniowanie dźwięku.
- Pomiar i podanie wartości emisji hałasu zostaną przeprowadzone w stopniu 2 i stopniu 3.
- Osłona akustyczna strefy spawania przez środkową ściankę działową stołu obrotowego i zamknięte płyty wypełnienia ogrodzenia obwodowego między strefą spawania a stanowiskiem załadunku.
- Obudowa lub poszycie napędu stołu obrotowego materiałem dźwiękochłonnym, pod warunkiem zapewnienia dostępności serwisowej (poszycie zaprojektować jako osłonę zgodnie z EN ISO 14120:2015).
- Pomiar hałasu na stanowisku załadunku zgodnie z EN ISO 11202:2010 w reprezentatywnych warunkach pracy (tryb automatyczny, aktywne spawanie MAG, stół obrotowy w ruchu) w celu wyznaczenia poziomu ciśnienia akustycznego emisji LpA (zmierzono: 84 dB(A), K = 2,5 dB).
- Dobowy poziom ekspozycji na hałas LEX,8h wyznacza użytkownik maszyny zgodnie z niemieckim rozporządzeniem o ochronie pracowników przed hałasem i drganiami (LärmVibrationsArbSchV).
- Uwaga: nie dotyczy to żadnej funkcji bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-1; wyznaczanie PLr nie ma zastosowania do tego zagrożenia.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi (rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4.2 lit. u): podanie zmierzonego poziomu ciśnienia akustycznego emisji LpA na stanowisku załadunku zgodnie z EN ISO 11202:2010 i EN ISO 4871:2009 (z niepewnością pomiaru K); jeżeli LpA przekracza 80 dB(A), dodatkowo podanie poziomu mocy akustycznej LWA zgodnie z EN ISO 3746:2010.

- Wskazówka o obowiązkach użytkownika maszyny wynikających z niemieckiego rozporządzenia o ochronie pracowników przed hałasem i drganiami (LärmVibrationsArbSchV): ocena ryzyka, program redukcji hałasu od górnej wartości powodującej podjęcie działań LEX,8h 85 dB(A), obowiązek udostępnienia ochronników słuchu od 80 dB(A), obowiązek noszenia ochronników słuchu od 85 dB(A).
- Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku załadunku: znak nakazu „Nakaz stosowania ochrony słuchu” (M003 zgodnie z EN ISO 7010:2020), umieścić w wyraźnie widocznym miejscu.
- Kwalifikacje i instruktaż: personel obsługujący jest instruowany przez użytkownika maszyny o zagrożeniu hałasem, wartościach powodujących podjęcie działań i prawidłowym stosowaniu ochronników słuchu.
- Wymagania dotyczące ŚOI: odpowiednie ochronniki słuchu (nauszniki lub wkładki) o wystarczającej tłumienności (SNR), odpowiadającej wyznaczonemu przez użytkownika maszyny LEX,8h, zapewnia użytkownik maszyny; dobór zgodnie z EN 458.

Ergonomiczne

Niewystarczające oświetlenie stanowiska załadunku i przejścia serwisowego: Niewystarczające natężenie oświetlenia utrudnia bezpieczny załadunek i rozładunek przedmiotów oraz wykonywanie prac konserwacyjnych i zwiększa ryzyko błędów i wypadków.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie, Konserwacja, Czyszczenie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Oświetlenie stanowiska pracy zintegrowane z maszyną na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym należy przewidzieć już w konstrukcji: oprawy są na stałe zintegrowane w konstrukcji maszyny (wbudowane w ramę ogrodzenia obwodowego), tak aby natężenie oświetlenia na stanowisku załadunku i w przejściu serwisowym było trwale zapewnione niezależnie od oświetlenia hali.
- Projekt wykonuje się zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.8 (ergonomia) w połączeniu z EN 1837 (oświetlenie zintegrowane z maszyną); oświetlenie w stanie wykonania zapewnia 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym.
- Zintegrowanie w konstrukcji eliminuje zależność od zewnętrznych źródeł światła, które mogą być niewystarczające.
- Ryzyko resztkowe wskutek awarii lub zacienienia zintegrowanych opraw: monitorowanie gotowości eksploatacyjnej oświetlenia stanowiska pracy przez sterowanie maszyny (komunikat w razie awarii lampy).
- Ponadto obszary przejścia serwisowego oznaczyć odblaskowym żółto-czarnym oznakowaniem podłogi zgodnie z niemiecką zasadą dla miejsc pracy ASR A1.3 (miejsca grożące potknięciem, granice przejścia) oraz znakiem ostrzegawczym W007 „Ostrzeżenie: przeszkoda na poziomie podłogi” zgodnie z EN ISO 7010:2020 przy miejscach grożących potknięciem.
- Funkcja bezpieczeństwa w rozumieniu EN ISO 13849-1 nie jest wymagana do monitorowania oświetlenia; w razie awarii oświetlenia pracę należy przerwać (stopień 3).

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): określenie natężenia oświetlenia stanowiska pracy: 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu serwisowym; wskazówka, że w razie awarii zintegrowanego oświetlenia pracę należy przerwać do czasu przywrócenia oświetlenia.
- Tabliczka tekstowa na drzwiach serwisowych: „Przerwij pracę w razie awarii oświetlenia”.
- Wymaganie kwalifikacyjne: personel konserwacyjny musi zostać poinstruowany o sprawdzaniu działania oświetlenia przed rozpoczęciem pracy.
- Do krótkich kontroli w razie awarii oświetlenia używać odpowiednich przenośnych opraw; regularną pracę wznowić dopiero po przywróceniu oświetlenia.

Mechaniczne

Zagrożenie wskutek sięgania nad kurtyną świetlną lub pod nią na stanowisku załadunku (racjonalnie przewidywalne niewłaściwe użytkowanie): Osoby sięgają z boku kurtyny świetlnej lub pod nią do obszaru obrotu, nie wyzwalając funkcji ochronnej; stół obrotowy lub robot może się uruchomić i przytrzasnąć dłonie lub ramiona.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: stanowisko załadunku wymaga stale otwartego otworu dostępu do ręcznego podawania przedmiotów.
- Całkowite geometryczne zamknięcie tego otworu konstrukcyjnie uniemożliwiłoby działanie maszyny.
- Minimalne odstępy zgodnie z EN ISO 13854:2019 nie mogą jako środek konstrukcyjny zapobiec obejściu kurtyny świetlnej z boku, dopóki otwór musi pozostać dostępny dla operatora.
- Ograniczenie siły lub energii na stole obrotowym lub robocie do poziomu niestwarzającego zagrożenia (stopień 1) nie jest technicznie możliwe przy występujących masach i momentach bez pogorszenia funkcji.
- Pole ochronne i zabezpieczenie przed sięganiem pod: kurtynę świetlną (typ 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020, SF-02, PLr e) ustawić tak, aby pole ochronne w pełni obejmowało otwór załadunku.
- Pozostałe otwory poniżej i obok pola ochronnego zamknąć osłonami stałymi (EN ISO 14120:2015) zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4, tak aby sięganie pod polem ochronnym lub wokół niego było niemożliwe.
- Osłona boczna: po obu stronach kurtyny świetlnej należy zamontować osłony stałe (panele boczne lub prowadnice kanałowe) zgodnie z EN ISO 14120:2015, aby konstrukcyjnie zapobiec obejściu z boku.
- Głębokość tych osłon bocznych należy określić zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4 (odległość bezpieczeństwa w zależności od wielkości otworu), tak aby strefa niebezpieczna nie była dostępna z kierunku bocznego.
- Specyfikacja kurtyny świetlnej: kurtynę świetlną należy dobrać jako typ 4 zgodnie z EN IEC 61496-1:2020 i włączyć do funkcji bezpieczeństwa SF-02 (PLr e).
- Odległość bezpieczeństwa między kurtyną świetlną a najbliższą strefą niebezpieczną należy obliczyć i zachować zgodnie z EN ISO 13855:2024 (sięganie przez, rozdzielczość 30 mm do wykrywania dłoni).
- Integracja z układem sterowania następuje zgodnie z EN ISO 13849-1:2023, PLr e (SF-02).

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): jednoznaczne stwierdzenie, że obchodzenie kurtyny świetlnej z boku lub sięganie pod nią jest zabronione i omija funkcję bezpieczeństwa SF-02.
- Opis prawidłowej czynności załadunku (wkładać przedmiot od przodu przez kurtynę świetlną).

- Wskazówka o zagrożeniu ze strony stołu obrotowego i robota, gdy funkcja ochronna nie została wyzwolona.
- Znaki ostrzegawcze (EN ISO 7010:2020): „Ostrzeżenie: zgniecenie rąk” (W024) umieścić po obu stronach paneli bocznych i na ramie kurtyny świetlnej.
- Znak zakazu „Zakaz sięgania” (P015) przy otworze dostępu.
- Wymaganie kwalifikacyjne: w trybie ustawiania (SF-05, PLr d, bezpiecznie zmniejszona prędkość 250 mm/s z urządzeniem zezwalającym) mogą pracować wyłącznie poinstruowani specjaliści znający działanie i ograniczenia kurtyny świetlnej.
- Wymaganie to należy zapisać w instrukcji obsługi i w dokumentacji instruktażu.
- ŚOI: rękawice ochronne nie chronią przed zagrożeniami zgniecenia i pochwycenia ze strony stołu obrotowego lub robota i nie nadają się jako środek ochronny przed tym zagrożeniem.
- Tę wskazówkę należy zamieścić w instrukcji obsługi, aby uniknąć błędnych założeń.

Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Manipulacja parametrami istotnymi dla bezpieczeństwa przez sieć: Nieuprawniony dostęp zapisu przez magistralę polową, OPC UA lub interfejs MES zmienia parametry istotne dla bezpieczeństwa (np. monitorowanie drzwi serwisowych, parametry kurtyny świetlnej, limit prędkości w trybie ustawiania). Funkcja ochronna staje się nieskuteczna lub maszyna pracuje poza granicami określonymi w ocenie ryzyka. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.1 akapit drugi lit. d]

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Ustawianie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Parametry istotne dla bezpieczeństwa przechowywać wyłącznie w sterowniku bezpieczeństwa i co do zasady uniemożliwić ich zapis przez sieć procesową (dostęp zapisu rozdzielony fizycznie lub architektonicznie, sieć bezpieczeństwa wydzielona od komunikacji standardowej).
- Wartości graniczne wynikające z oceny ryzyka zapisać w programie bezpieczeństwa jako stałe, a nie jako dane receptur.
- Uwierzytelnianie i autoryzacja dla każdego dostępu zapisu (role, brak haseł domyślnych), kontrola integralności konfiguracji istotnej dla bezpieczeństwa (suma kontrolna/CRC z procedurą zatwierdzania), kontrola wiarygodności wartości przychodzących względem dopuszczalnych granic, rejestrowanie każdej zmiany parametru ze znacznikiem czasu i użytkownikiem.
- Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 2.1, SR 3.4, SR 3.5, SR 5.1, SR 2.8.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: wymagania dotyczące sieci wobec użytkownika (segmentacja, zapora sieciowa, brak bezpośredniego połączenia sterowania z internetem), wykaz parametrów istotnych dla bezpieczeństwa wraz z informacją, że zmiany może wprowadzać wyłącznie upoważniony personel, a po każdej zmianie należy sprawdzić działanie funkcji bezpieczeństwa.

Faza cyklu życia: Eksploatacja

Mechaniczne

Zagrożenie uderzeniem i zgnieceniem przez robota spawalniczego w trybie automatycznym przy nieuprawnionym wejściu: Osoby, które przechodzą przez ogrodzenie obwodowe lub manipulują przy drzwiach serwisowych, zostają uderzone przez oś robota poruszającą się z pełną prędkością i siłą albo przyciśnięte do stałych elementów.

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Możliwości konstrukcji bezpiecznej samoistnie wyczerpane: zasada działania robota spawalniczego wymaga swobodnego, szybkiego ruchu ramienia robota z pełnym obciążeniem w przestrzeni roboczej.
- Ograniczenie siły lub prędkości do poziomu nieszkodliwego dla osób (siła uderzenia poniżej progu bólu) jest technicznie niezgodne z wymaganymi parametrami procesu w trybie automatycznym i uniemożliwiłoby proces spawania.
- Geometryczne usunięcie strefy niebezpiecznej samym kształtowaniem nie jest możliwe w przypadku 6-osiowego robota przemysłowego.
- Osłona stała: stałe ogrodzenie obwodowe z wypełnieniem nieprzepuszczającym światła łuku oraz oknami obserwacyjnymi z filtrami spawalniczymi zgodnie z EN ISO 14120:2015 wokół całej przestrzeni roboczej robota, wysokość 2200 mm.
- Wysokość i odległość od strefy niebezpiecznej należy zaprojektować zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 2, tak aby nie było możliwe ani sięgnięcie górą, ani przejście przez ogrodzenie bez pomocy.
- Pozostałe otwory należy zaprojektować zgodnie z EN ISO 13857:2019, tabela 4, tak aby nie było możliwe sięgnięcie pod ogrodzeniem ani przez nie do strefy niebezpiecznej.
- Drzwi serwisowe z blokadą i ryglowaniem (SF-01): drzwi serwisowe są osłoną blokującą z ryglowaniem zgodnie z EN ISO 14119:2025.
- Otwarcie drzwi uruchamia SF-01 „Bezpieczne zatrzymanie, kategoria zatrzymania 1”.
- Ryglowanie utrzymuje drzwi zamknięte do czasu bezpiecznego zatrzymania robota.
- Należy przewidzieć odblokowanie awaryjne zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 6.9.1.
- SF-01 jest określona z PLr d; integracja w sterowniku bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-1:2023.
- Ochrona urządzeń ochronnych przed obejściem: urządzenie blokujące drzwi serwisowych jest zabezpieczone przed obejściem zgodnie z EN ISO 14119:2025, pkt 8: wysoce kodowany element uruchamiający zgodnie z EN ISO 14119:2025, wyłącznik i element uruchamiający zamocowane nierozłącznymi elementami złącznymi.
- Dodatkowo: panele ogrodzenia obwodowego należy mocować tak, aby można je było zwolnić wyłącznie narzędziem (bez zamknięć szybkorozłączalnych), tak aby nieuprawnione otwarcie bez narzędzia nie było możliwe.
- Urządzenia zatrzymania awaryjnego (SF-03): urządzenia zatrzymania awaryjnego przy pulpicie sterowniczym, przy drzwiach serwisowych i na pulpicie programowania zgodnie z EN ISO

13850:2015, zintegrowane w SF-03 „Zatrzymanie awaryjne całej instalacji, kategoria zatrzymania 1”, PLr d.

- Ochrona przed nieoczekiwanym ponownym rozruchem: należy zapewnić odcięcie energii i zabezpieczenie przed ponownym uruchomieniem zgodnie z EN ISO 14118:2018; ponowny rozruch po otwarciu drzwi wyłącznie po świadomym potwierdzeniu na pulpicie sterowniczym usytuowanym poza strefą niebezpieczną.
- Tryb ustawiania (SF-05): w trybie ustawiania ruch robota wyłącznie z bezpiecznie zmniejszoną prędkością 250 mm/s i z urządzeniem zezwalającym zgodnie z SF-05, PLr d; integracja zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.5.6 i 5.7.7, oraz EN ISO 13849-1:2023.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): opis zasad dostępu do przestrzeni roboczej robota, zakaz przechodzenia przez ogrodzenie obwodowe, procedura odcięcia energii przed wejściem (blokada i oznakowanie zgodnie z EN ISO 14118:2018), wymagania kwalifikacyjne dla operatorów i personelu ustawiającego (instruktaż w zakresie bezpieczeństwa robota zgodnie z EN ISO 10218-2:2025).
- Oznakowanie ostrzegawcze na ogrodzeniu obwodowym i przy drzwiach serwisowych: znak ostrzegawczy W018 „Ostrzeżenie: automatyczne uruchomienie” zgodnie z EN ISO 7010:2020 oraz uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006).
- Oznakowanie należy umieścić tak, aby było wyraźnie widoczne i trwałe.
- Instruktaż: personel obsługujący i personel ustawiający należy poinstruować przed pierwszym uruchomieniem, a następnie w regularnych odstępach czasu.
- Nieuprawnionemu wejściu należy zapobiegać środkami organizacyjnymi (kontrola dostępu, przełącznik kluczykowy do wyboru trybu pracy zgodnie z EN ISO 10218-2:2025, pkt 5.7.2).
- Wskazówka o ryzyku resztkowym w instrukcji obsługi: mimo wszystkich środków ochronnych istnieje ryzyko resztkowe w przypadku manipulacji przy urządzeniach ochronnych; wskazanie konsekwencji prawnokarnych i odpowiedzialności za manipulację.

Materiały/substancje

Zagrożenie gazem osłonowym (mieszanina argonu i CO2 M21) w razie nieszczelności: Argon i CO2 są cięższe od powietrza, dlatego gaz osłonowy może gromadzić się w pobliżu podłogi; przy większych wyciekach w słabo wentylowanych pomieszczeniach istnieje ryzyko uduszenia wskutek wypierania tlenu.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Ograniczenie ciśnienia w układzie przewodów: ciśnienie robocze zasilania gazem osłonowym ograniczyć do minimalnego poziomu wymaganego dla procesu spawania (reduktor ciśnienia na przyłączu zasilania celi).
- Niższe ciśnienie w układzie zmniejsza ilość gazu uciekającego w razie awarii, a tym samym potencjał gromadzenia się gazu.
- Dodatkowo: prowadzenie przewodów i punkty przyłączeniowe zaprojektować tak, aby nieszczelności były konstrukcyjnie zminimalizowane: zastosowanie złączek zaciskowych z pierścieniem tnącym lub złączek zaprasowywanych zamiast opasek wężowych na stałych odcinkach rur; długości węży ograniczyć do minimum niezbędnego eksploatacyjnie; nie prowadzić przewodów blisko podłogi w kanałach, dołach lub zamkniętych komorach (w miarę możliwości prowadzić blisko sufitu). Środki te dotyczą bezpośrednio źródła energii (zgromadzony gaz pod ciśnieniem) i miejsca zagrożenia (strefa gromadzenia się).
- Automatyczne odcięcie zasilania gazem: zawór elektromagnetyczny (zamknięty w stanie beznapięciowym) w przewodzie zasilania gazem osłonowym, który automatycznie odcina zasilanie gazem po zatrzymaniu maszyny, zatrzymaniu awaryjnym (SF-03) i podczas przerw w pracy; dodatkowo ręczny zawór odcinający poza celą.
- Monitorowanie nieszczelności: kontrola wiarygodności zużycia gazu przez sterowanie maszyny (wskazanie, gdy przepływ gazu występuje bez aktywnego procesu spawania, jako wskaźnik nieszczelności); codzienna kontrola wzrokowa połączeń węży jako wymaganie konserwacyjne.
- Instalacja zasilania gazem osłonowym przewidziana na miejscu (bateria butli lub stacja poboru) w wentylowanej części hali, nie w dołach, piwnicach ani ciasnych wnękach.
- W razie instalacji w słabo wentylowanych obszarach użytkownik maszyny jest zobowiązany zapewnić urządzenie ostrzegające przed niedoborem tlenu (wskazówka w instrukcji obsługi).
- Dla tego zagrożenia funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr nie jest konieczna; ryzyko jest kontrolowane przez odcięcie, miejsce instalacji i wentylację.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): wskazanie ryzyka uduszenia wskutek wypierania tlenu przy większych wyciekach w słabo wentylowanych pomieszczeniach; wymaganie odpowiedniej wentylacji hali w miejscu ustawienia; prace przy zasilaniu gazem wyłącznie przy odciętym i rozprężonym przewodzie (EN ISO 14118:2018).
- Kwalifikacje: prace przy przewodach i armaturze gazów sprężonych wyłącznie przez poinstruowany personel wykwalifikowany; instruktaż zgodnie z DGUV Regel 100-500, rozdział 2.26 i TRGS 528 (obowiązek użytkownika maszyny).

- Oznakowanie ostrzegawcze: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Ryzyko uduszenia gazem osłonowym” w miejscu instalacji zasilania gazem; uzupełniający znak zakazu „Wstęp wzbroniony dla osób nieupoważnionych” (niemiecka ASR A1.3, D-P006) na zamkniętych pomieszczeniach zasilania.
- Przy pracach w ciasnych lub słabo wentylowanych miejscach (np. wymiana butli we wnękach): stosować przenośne urządzenie ostrzegające przed niedoborem tlenu; zakaz pracy w pojedynkę.

Termiczne

Zagrożenie pożarowe w układzie odciągu dymów spawalniczych (pożar filtra): Iskry i rozżarzone cząstki zasysane przez proces mogą gromadzić się we wkładzie filtracyjnym i zapalić się tlącym pożarem lub pożarem filtra, także z opóźnieniem po zakończeniu zmiany. Dym pożarowy może rozprzestrzeniać się przez układ rurociągów i recyrkulację powietrza do hali.

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Konserwacja

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Ograniczenie iskier u źródła przez dobór parametrów spawania i geometrię odciągu: okap nad strefą spawania i prowadzenie kanałów zaprojektować tak, aby zasysane iskry ostygły, zanim dotrą do wkładu filtracyjnego.
- Dodatkowo przewidzieć wstępny separator iskier (blacha odbojowa / separator cyklonowy) jako zintegrowany element bezpośrednio przed wkładem filtracyjnym, który oddziela grube cząstki i iskry bezwładnościowo, zanim zetkną się one z materiałem filtracyjnym.
- Element ten jest integralną częścią konstrukcji układu odciągowego, a nie urządzeniem ochronnym zainstalowanym za nim.
- Konstrukcja zgodnie z EN ISO 21904-1:2020 (wymagania dla układów odciągu dymów spawalniczych).
- Pozostałe ryzyko resztkowe pożaru filtra ogranicza się następującymi technicznymi środkami ochronnymi:
- Monitorowanie termiczne wkładu filtracyjnego: czujnik temperatury (termostat lub termopara) w obudowie filtra z progiem zadziałania; po jego przekroczeniu automatyczne wyłączenie wentylatora odciągu i zamknięcie zmotoryzowanej przepustnicy odcinającej w układzie rurociągów, aby przerwać dopływ tlenu.
- Włączenie do sterowania maszyny jako blokada eksploatacyjna bez wymagania PL według EN ISO 13849-1, nie zalicza się dla niej żadnego zmniejszenia ryzyka; cela zatrzymuje się w sposób kontrolowany i może zostać ponownie uruchomiona dopiero po usunięciu usterki.
- Urządzenie gaśnicze przy obudowie filtra: co najmniej jeden zamykany otwór wlotowy środka gaśniczego (lanca gaśnicza) w obudowie; automatyczne urządzenie gaśnicze nie wchodzi w zakres dostawy i w razie potrzeby jest dodawane przez użytkownika maszyny zgodnie z jego koncepcją ochrony przeciwpożarowej.
- Zmotoryzowana przepustnica odcinająca w kanale recyrkulacji powietrza do hali: automatyczne zamknięcie po alarmie pożarowym, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się dymu do hali.
- Włączenie do sterowania maszyny jako blokada eksploatacyjna bez wymagania PL.
- Czujki dymu i CO w obudowie filtra i w kanale powietrza wywiewanego jako nadmiarowy poziom detekcji, z przekazaniem alarmu do stale obsadzonego miejsca lub do centrali sygnalizacji pożarowej (odpowiedzialność użytkownika maszyny, do uzgodnienia z koncepcją ochrony przeciwpożarowej budynku).
- Czas wybiegu wentylatora odciągu po zakończeniu spawania: zaprogramować minimalny czas wybiegu 10 minut na poziomie sterowania, tak aby rozżarzone cząstki jeszcze znajdujące się w

rurociągach zostały w pełni przetransportowane do separatora i ostygły przed wyłączeniem układu.

- Czas wybiegu zaprojektować na podstawie długości rurociągów i strumienia objętości.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi (zgodnie z (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4):
- Wskazanie zagrożenia pożarowego od iskier i rozżarzonych cząstek w układzie filtracyjnym; opis mechanizmu szkody, łącznie z zapłonem z opóźnieniem.
- Przepisany czas wybiegu wentylatora odciągu po zakończeniu spawania (wartość minimalna z projektu) jako wiążące polecenie eksploatacyjne.
- Interwały konserwacji wkładów filtracyjnych, wstępnych separatorów iskier i czujników temperatury; określenie stopnia zapełnienia, przy którym wkład filtracyjny należy wymienić (dane producenta, EN ISO 21904-1:2020).
- Zakaz eksploatacji układu odciągowego z uszkodzonym czujnikiem temperatury lub niedziałającą przepustnicą odcinającą.
- Postępowanie w razie alarmu pożarowego: natychmiast opuścić instalację, powiadomić straż pożarną, nie podejmować samodzielnych prób działania przy obudowie filtra (jej otwarcie może podsycić tlący się ogień).
- Wskazówka, że po zakończeniu zmiany, przed opuszczeniem budynku, należy przeprowadzić kontrolę wzrokową obudowy filtra (temperatura, zapach).
- Oznakowanie ostrzegawcze na układzie odciągowym:
- Ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Zagrożenie pożarowe od iskier w filtrze” na obudowie filtra i otworze serwisowym.
- Tabliczka tekstowa „Nie otwierać w razie alarmu pożarowego” na klapie serwisowej obudowy filtra.
- Kwalifikacje i instruktaż:
- Personel obsługujący i konserwacyjny należy poinstruować przed rozpoczęciem pracy, a następnie co najmniej raz w roku o zagrożeniu pożarowym, działaniu urządzeń ochronnych i prawidłowym zachowaniu w razie pożaru (obowiązek użytkownika maszyny).
- Prace konserwacyjne przy układzie filtracyjnym wyłącznie przez poinstruowany personel w odpowiednich ŚOI (rękawice ochronne i w razie potrzeby ochrona dróg oddechowych podczas wymiany filtra ze względu na narażenie na dym spawalniczy).

Ergonomiczne

Zagrożenie wskutek wymuszonych pozycji ciała i powtarzalnych ruchów podczas załadunku i rozładunku przedmiotów: Operator wielokrotnie wykonuje ruchy chwytania, podnoszenia i mocowania w cyklu ok. 90 sekund; niekorzystne pozycje ciała (pochylanie, wyciąganie) przy zmiennej geometrii przedmiotów obciążają kręgosłup, barki i nadgarstki.

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Stanowisko załadunku z regulacją wysokości (podest stojący z regulacją wysokości dla operatora), zaprojektowane dla zakresu wzrostu od P5 do P95 populacji operatorów zgodnie z EN ISO 14738:2008 i EN 1005-4 (wysokość pracy przy montażu/manipulacji: ok. 900 do 1100 mm nad powierzchnią stania, regulowana indywidualnie).
- Nośnik przedmiotu lub przyrząd mocujący zaprojektować tak, aby wszystkie punkty chwytu znajdowały się w zalecanej strefie chwytu (wysokość łokcia ±150 mm, zasięg poziomy maks. 400 mm przed ciałem), bez pochylania i wyciągania.
- Masę przedmiotu i częstotliwość manipulacji oceniono na podstawie masy referencyjnej zgodnie z EN 1005-2:2003+A1:2008: dla ok. 40 podniesień na godzinę producent ustalił próg 15 kg dla manipulacji ręcznej; cięższe przedmioty do 40 kg są ładowane za pomocą urządzenia wspomagającego podnoszenie.
- Geometrię chwytu przyrządu mocującego zaprojektować dla neutralnego ułożenia nadgarstka (bez odchylenia łokciowego/promieniowego, bez wymuszonej pronacji) zgodnie z EN ISO 12100:2010, pkt 6.2.8.
- Dla przedmiotów powyżej 15 kg na stanowisku załadunku należy stosować urządzenie wspomagające podnoszenie (balanser, podnośnik próżniowy lub żuraw obrotowy) o udźwigu co najmniej 40 kg.
- Urządzenie wspomagające podnoszenie zapewnia użytkownik maszyny na miejscu i nie wchodzi ono w zakres dostawy; przestrzeń swobodna niezbędna do jego użycia jest zapewniona na stanowisku załadunku.
- Sterowanie maszyny nie narzuca wymuszonego cyklu: kolejny cykl rozpoczyna się dopiero po wciśnięciu przez operatora przycisku startu cyklu, co umożliwia mikroprzerwy.
- Zapewnić oświetlenie stanowiska załadunku co najmniej 500 lx (zadanie wzrokowe: pozycjonowanie przedmiotu), aby uniknąć nieprawidłowych pozycji ciała spowodowanych niewystarczającą widocznością.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): podanie masy/mas przedmiotów, oceny ręcznego przenoszenia ciężarów zgodnie z EN 1005-2:2003+A1:2008 oraz pozycji roboczych zgodnie z EN 1005-4; wskazówki dotyczące prawidłowego ustawienia wysokości roboczej wraz z przewodnikiem regulacji.
- Instruktaż ergonomiczny dla operatorów: prawidłowa technika podnoszenia, użycie urządzenia wspomagającego podnoszenie, rozpoznawanie sygnałów przeciążenia.
- Odniesienie w instrukcji obsługi do obowiązku użytkownika maszyny w zakresie profilaktycznej opieki zdrowotnej zgodnie z niemieckim rozporządzeniem w sprawie profilaktyki medycyny pracy

(ArbMedVV), to jest oferta badań profilaktycznych dla czynności związanych z ciężką pracą fizyczną.

- Oznakowanie ostrzegawcze na stanowisku załadunku: tabliczka tekstowa „Ręczne przenoszenie tylko do 15 kg, powyżej użyć urządzenia wspomagającego podnoszenie”.
- Wymaganie kwalifikacyjne: operatorzy muszą zostać poinstruowani w zakresie ergonomicznie prawidłowej obsługi i regulacji podestu stojącego.

Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Brak lub niekompletność dowodów ingerencji (rejestrowanie): Interwencje w sprzęt, oprogramowanie lub konfigurację istotne dla bezpieczeństwa nie są rejestrowane albo są rejestrowane bez znacznika czasu i sprawcy; dzienniki nadpisują się po krótkim czasie lub są podatne na manipulację. Nieuprawnione interwencje pozostają niewykryte, a ślad audytowy nie jest dostępny na żądanie organów. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit drugi, 1.1.9 akapit piąty, 1.2.1 akapit drugi lit. f]

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Rejestrowanie zdarzeń przewidzieć jako stałą funkcję układu sterowania (niewyłączalną przez operatora), z odpowiednio zwymiarowaną pamięcią nieulotną.
- Rejestrowanie zdarzeń istotnych dla bezpieczeństwa ze znacznikiem czasu, tożsamością użytkownika i treścią zmiany (logowanie, zmiana parametrów i konfiguracji, wgranie oprogramowania z wersją i sumą kontrolną, otwarcie zespołów istotnych dla bezpieczeństwa, sesje dostępu zdalnego), ochrona przed usunięciem i modyfikacją, eksport w czytelnej postaci, przechowywanie wgranych plików i powiązanych danych do pięciu lat od wgrania (załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. f).
- Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 2.8, SR 2.9, SR 2.11, SR 3.9, SR 6.1.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: dostęp do dzienników i ich eksport, obowiązki użytkownika w zakresie przechowywania przy przekazaniu maszyny, postępowanie przy żądaniu organu, wskazówka dotycząca pojemności pamięci i synchronizacji czasu.

Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Sfałszowane dane produkcyjne lub receptur z MES lub chmury: Dane zleceń i receptur pobierane z MES, ERP lub platformy chmurowej (np. parametry spawania, numer programu lub przyporządkowanie przedmiotu) są sfałszowane, nieaktualne lub przeznaczone dla niewłaściwej maszyny. Maszyna pracuje ze specyfikacjami spoza bezpiecznych granic lub z błędnym odniesieniem do przedmiotu i programu. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. b, 1.2.1 akapit drugi lit. d]

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Granice bezpieczeństwa ograniczać w sterowniku bezpieczeństwa niezależnie od przejętych danych receptur; dane receptur sterują wyłącznie parametrami procesu w tych granicach (załącznik III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. d).
- Weryfikacja integralności i pochodzenia przekazanych zestawów danych (podpis lub suma kontrolna, przyporządkowanie do maszyny i narzędzia), kontrola wiarygodności względem dopuszczalnych zakresów z odrzuceniem i powiadomieniem, etap zatwierdzenia nowych receptur przez upoważniony personel, dziennik przekazanych zestawów danych.
- Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 3.1, SR 3.4, SR 3.5, SR 1.2.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi: odpowiedzialność użytkownika za jakość danych, opis kontroli i komunikatów, polecenie postępowania przy odrzuconych zestawach danych.

Naruszenie integralności/bezpieczeństwo

Nieuprawniony lub błędny dostęp zdalny przez bramę zdalnej konserwacji: Przez połączenie IPsec VPN bramy zdalnej konserwacji osoba nieupoważniona ze skradzionymi danymi uwierzytelniającymi lub upoważniony technik w niewłaściwym momencie ingeruje w sterownik celi: zmiana programu lub parametrów, potwierdzenie usterek albo uruchomienie ruchów, gdy osoby znajdują się na stanowisku załadunku lub w przejściu serwisowym. [rozporządzenie (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.1.9 akapit pierwszy, 1.1.9 akapit trzeci, 1.2.1 akapit drugi lit. a, 1.2.1 akapit drugi lit. d]

Fazy cyklu życia: Eksploatacja, Konserwacja, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Dostęp zdalny zaprojektowany tak, aby nie mógł wyzwalać niebezpiecznych ruchów ani omijać funkcji bezpieczeństwa: brama zdalnej konserwacji sięga wyłącznie do sterownika standardowego i panelu HMI; sterownik PLC bezpieczeństwa nie ma ścieżki dostępu zdalnego.
- Polecenia ruchu i potwierdzanie usterek są możliwe wyłącznie ze stanowisk sterowania z widokiem na strefę niebezpieczną (załącznik III pkt 1.2.2).
- Zdalna konserwacja wyłączona w stanie dostawy; sesję można uaktywnić wyłącznie na miejscu przełącznikiem kluczykowym przy pulpicie sterowniczym, kończy się ona automatycznie po czterech godzinach i jest sygnalizowana na panelu HMI jako „Zdalna konserwacja aktywna”;
- IPsec VPN z uwierzytelnianiem wieloskładnikowym i osobistymi kontami dla techników zdalnych; rejestrowanie każdej sesji z użytkownikiem, czasem i wykonanymi czynnościami, przechowywanie zgodnie z załącznikiem III pkt 1.2.1 akapit drugi lit. f.
- Odniesienie dowodowe, ścieżka B: IEC 62443-3-3 SR 1.1, SR 1.13, SR 2.1, SR 2.8, SR 3.8.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi (rozdział 13.3): procedura uaktywniania i kończenia sesji zdalnej konserwacji, obowiązek zapewnienia osoby odpowiedzialnej na miejscu, postępowanie w razie podejrzenia nieuprawnionego dostępu (zakończyć sesję przełącznikiem kluczykowym, poinformować producenta), kontakt w sprawie komunikatów producenta dotyczących bezpieczeństwa.

Faza cyklu życia: Konserwacja

Materiały/substancje

Zagrożenie pyłem filtracyjnym przy wymianie wkładu filtracyjnego odciągu dymów spawalniczych: Wkład filtracyjny zawiera wydzielony dym spawalniczy z tlenkami metali i drobnymi cząstkami; przy wymianie bez odpowiednich środków ochrony dróg oddechowych pył jest uwalniany i wdychany.

Fazy cyklu życia: Konserwacja, Czyszczenie

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Zatrzymanie pyłu konstrukcyjnie przy wymianie filtra: zespół filtracyjny jest wyposażony w zintegrowany system bag-in/bag-out, dzięki czemu zanieczyszczony wkład filtracyjny można zdjąć i zamknąć w szczelnym worku z tworzywa bez bezpośredniego kontaktu z pyłem.
- Konstrukcyjnie minimalizuje to uwalnianie pyłu u źródła (zastąpienie otwartego demontażu zamkniętą procedurą wymiany zgodnie z EN ISO 12100, pkt 6.2.4).
- Dodatkowo: impuls czyszczący (uderzenie ciśnieniowe) przed wymianą wolno wykonywać WYŁĄCZNIE przy zamkniętej obudowie i wyłączonym odciągu, aby zagęścić osady pyłu we wkładzie i zmniejszyć uwalnianie przy otwarciu.
- Techniczne środki ochronne dla pozostałego ryzyka resztkowego (pył resztkowy przy otwieraniu obudowy i obsłudze wkładu):
- Obudowa odciągu z blokadą podciśnieniową: obudowę filtra można konstrukcyjnie otworzyć tylko przy wyłączonym wentylatorze i układzie bez ciśnienia (blokada mechaniczna, nie jest to funkcja bezpieczeństwa z wymaganiem PLr, ponieważ nie występuje napęd ruchu).
- Odsysanie miejscowe w miejscu wymiany: na obudowie filtra należy przewidzieć króciec przyłączeniowy dla mobilnego urządzenia odsysającego (odkurzacz przemysłowy klasy pyłu H zgodnie z EN 60335-2-69, przydatny dla pyłów z dymów spawalniczych); jest on włączany podczas wymiany i wychwytuje uwolnione cząstki resztkowe.
- Oznakowanie zespołu filtracyjnego: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Szkodliwy pył” umieścić trwale na obudowie filtra.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi (rozdział 10.2): szczegółowa instrukcja krok po kroku dla wymiany filtra wraz z opisem procedury bag-in/bag-out; informacje o składzie wydzielonych pyłów (tlenki metali, drobne cząstki, ewentualnie substancje CMR w zależności od materiału spoiny); wskazówka dotycząca utylizacji (zanieczyszczone wkłady filtracyjne utylizować jako odpady niebezpieczne zgodnie z obowiązującymi przepisami o odpadach).
- Wymaganie kwalifikacyjne: wymianę filtra może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel wykwalifikowany, poinformowany o zagrożeniu pyłami z dymów spawalniczych.
- Wymagania dotyczące ŚOI: podczas wymiany filtra należy nosić co najmniej: półmaskę filtrującą FFP3 zgodnie z EN 149 (drobne cząstki i tlenki metali); rękawice ochronne (odporne chemicznie); okulary ochronne (ochrona przed cząstkami).
- Wymagania dotyczące ŚOI należy trwale określić w instrukcji obsługi i wskazać znakiem nakazu „Nakaz stosowania ochrony dróg oddechowych” (M017 zgodnie z EN ISO 7010:2020) na obudowie filtra.

- Odniesienie do przepisów o bezpieczeństwie i higienie pracy: użytkownika maszyny należy poinformować o jego obowiązkach wynikających z TRGS 528 (prace spawalnicze) i niemieckiego rozporządzenia o substancjach niebezpiecznych (GefStoffV), w szczególności w zakresie oceny ryzyka dla pyłów CMR i zapewnienia odpowiednich ŚOI.

Mechaniczne

Zagrożenie energią resztkową pneumatyczną podczas prac konserwacyjnych i usuwania usterek: Po wyłączeniu zasilania sprężonym powietrzem w przewodach i siłownikach urządzenia mocującego pozostaje ciśnienie resztkowe; niekontrolowane rozprężenie może spowodować nagły ruch elementów mocujących i obrażenia osób lub wyrzucenie przedmiotów.

Fazy cyklu życia: Konserwacja, Wyszukiwanie usterek

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Ograniczyć konstrukcyjnie resztkową energię pneumatyczną: w razie spadku ciśnienia zaciski zamykane pneumatycznie utrzymują przedmiot dzięki zaworowi zwrotnemu sterowanemu (zawór podtrzymujący ciśnienie) w przewodzie mocującym; presostat monitoruje ciśnienie mocowania (SF-04).
- Objętość zamknięta między zaworem podtrzymującym ciśnienie a siłownikiem jest konstrukcyjnie zminimalizowana (krótkie przewody, zawory podtrzymujące ciśnienie zamontowane bezpośrednio na siłowniku), tak aby pozostawała zgromadzona tylko niewielka ilość energii.
- Przed każdą interwencją zamknięte ciśnienie mocowania zwalnia się przez otwarcie zacisków; w razie usterki zwalnia się je w sposób kontrolowany za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie.
- Konstrukcja zgodnie z EN ISO 4414:2010.
- Uwaga: ciężkość pozostałego zdarzenia z energią resztkową jest zmniejszona dzięki temu środkowi, ponieważ energia kinetyczna elementów mocujących jest znacznie mniejsza przy małej objętości resztkowej i dławionym odpowietrzaniu.
- Zawór odcinający serwisowy z funkcją odpowietrzania (z możliwością zablokowania, LOTO) zgodnie z EN ISO 4414:2010 i EN ISO 14118:2018: na wlocie pneumatycznego urządzenia mocującego zamontować zawór odcinający ze zintegrowanym, kontrolowanym odpowietrzaniem (funkcja miękkiego odpowietrzania); w położeniu odcięcia zawór musi odpowietrzyć dolny odcinek przewodu w sposób kontrolowany i dławiony, zanim będzie możliwa jakakolwiek interwencja.
- Zawór zabezpieczyć zamkiem (zabezpieczenie kłódkowe).
- Manometr lub wskaźnik ciśnienia na odcinku przewodu między zaworem odcinającym a siłownikiem, aby operator mógł wzrokowo sprawdzić spadek ciśnienia do 0 bar (EN ISO 4414:2010).
- Wskaźnik ciśnienia resztkowego przy dostępie serwisowym: przed każdą interwencją brak ciśnienia sprawdza się na wskaźniku ciśnienia resztkowego; wskaźnik jest urządzeniem eksploatacyjnym bez wymagania PL według EN ISO 13849-1:2023.
- Osłona: urządzenia mocujące znajdują się wewnątrz ogrodzenia obwodowego (EN ISO 14120:2015); dostęp w celu konserwacji i usuwania usterek odbywa się przez drzwi serwisowe z ryglowaniem osłony zgodnie z EN ISO 14119:2025 (SF-01, PLr d).

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi ((UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): instrukcja pracy dla konserwacji i usuwania usterek pneumatycznego urządzenia mocującego z jednoznaczną procedurą krok po

kroku: (a) zdjąć przedmiot i otworzyć zaciski, (b) odciąć zasilanie sprężonym powietrzem na zaworze odcinającym serwisowym i odczekać na odpowietrzenie, (c) w razie usterki zwolnić ewentualne zamknięte ciśnienie resztkowe za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie, następnie sprawdzić, czy wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar, (d) założyć kłódkę zabezpieczającą, (e) dopiero wtedy ingerować w układ.

- Uwzględnić wskazówkę o zagrożeniu ciśnieniem resztkowym i wyrzuconymi przedmiotami.
- Oznakowanie ostrzegawcze na urządzeniu mocującym i na zaworze odcinającym: ogólny znak ostrzegawczy W001 zgodnie z EN ISO 7010:2020 z dodatkowym tekstem „Ciśnienie resztkowe w urządzeniu mocującym”; znak informacyjny „Przed interwencją: odpowietrzyć do 0 bar i zablokować zawór odcinający”.
- Wymaganie kwalifikacyjne: prace konserwacyjne i usuwanie usterek w układzie pneumatycznym wyłącznie przez poinstruowanych specjalistów znających zasady bezpieczeństwa pneumatyki (EN ISO 4414:2010).
- Wymagania dotyczące ŚOI: nakazać okulary ochronne (ochrona oczu przed lecącymi elementami) i rękawice ochronne przy otwieraniu przyłączy pneumatycznych.

Faza cyklu życia: Wycofanie z eksploatacji

Mechaniczne

Zagrożenie podczas demontażu celi po zakończeniu okresu użytkowania: Przy demontażu segmentów ogrodzenia obwodowego, ramy podstawy robota i szafy sterowniczej występują zagrożenia ze strony ciężkich elementów (zgniecenie, upadek), energii resztkowej w przewodach (sprężone powietrze, energia elektryczna) oraz ostrych krawędzi elementów z blachy.

ŚRODKI OCHRONNE ZASTOSOWANE W MASZYNIE

- Segmenty ogrodzenia obwodowego, ramę podstawy robota i szafę sterowniczą zaprojektować ze znormalizowanymi punktami zawieszenia (np. gwintowane otwory na śruby oczkowe zgodnie z DIN 580 lub zintegrowane uchwyty dźwigowe), tak aby każdy element można było zawiesić osobno i w sposób zabezpieczony przed przesunięciem, bez konieczności przebywania osób pod zawieszonym ładunkiem.
- Krawędzie blach w częściach obudów i profilach ogrodzenia obwodowego oczyścić z zadziorów już na etapie projektu i załamać promieniem ≥ 0,5 mm (rysunek wykonawczy), aby samoistnie zmniejszyć ryzyko skaleczeń.
- Przewody pneumatyczne zaprojektować ze stanem domyślnym bez energii po odcięciu energii: zawory dobrać tak, aby po wyłączeniu zasilania sprężonym powietrzem przewody były automatycznie odpowietrzane (powrót sprężynowy do położenia odpowietrzającego zgodnie z EN ISO 4414:2010); ciśnienie zamknięte w siłownikach mocujących przez zawór podtrzymujący ciśnienie zwalnia się przed demontażem przez otwarcie zacisków.
- Odcięcie energii i pozbawienie napięcia przed rozpoczęciem demontażu: zidentyfikować odłącznik energii elektrycznej (wyłącznik główny z możliwością zablokowania zgodnie z EN 60204-1:2018, pkt 5.3) i zawór odcinający z funkcją odpowietrzania dla sprężonego powietrza (EN ISO 4414:2010) i zablokować je w stanie zabezpieczonym, bez energii, przed rozpoczęciem demontażu (procedura blokady i oznakowania zgodnie z EN ISO 14118:2018).
- Przed otwarciem szafy sterowniczej i połączeń przewodów sprawdzić pomiarem brak napięcia.
- Przenoszenie ładunków: dla elementów o masie jednostkowej powyżej 25 kg (masa referencyjna zgodnie z EN 1005-2:2003+A1:2008) należy stosować odpowiednie urządzenia podnoszące (dźwignica, wózek paletowy, podnośnik próżniowy) o wystarczającym udźwigu i z oznakowaniem CE (punkty zawieszenia i masy: patrz instrukcja obsługi, rozdziały 5.2 i 5.3).
- Bezpieczna odległość podczas podnoszenia: zakaz przebywania pod zawieszonymi ładunkami zgodnie z instrukcją postępowania; wygrodzenie obszaru demontażu.

WSKAZÓWKI DLA UŻYTKOWNIKA

- Instrukcja obsługi (rozdział 11, (UE) 2023/1230, załącznik III, pkt 1.7.4): instrukcja demontażu krok po kroku z określoną kolejnością (najpierw odcięcie energii i odpowietrzenie, potem demontaż mechaniczny); dane o masie i położeniu środka ciężkości dla każdego elementu; określenie punktów zawieszenia ze schematem; odesłanie do procedury blokady i oznakowania zgodnie z EN ISO 14118:2018.
- Oznakowanie ostrzegawcze na szafie sterowniczej i rozdzielaczu pneumatycznym: znak ostrzegawczy „Ostrzeżenie: elektryczność” (W012 zgodnie z EN ISO 7010:2020) oraz znak

informacyjny wskazujący na możliwe ciśnienie resztkowe w przewodach pneumatycznych.

- Wymaganie kwalifikacyjne: demontaż może być wykonywany wyłącznie przez personel wykwalifikowany z przeszkoleniem w zakresie elektrotechniki (dla prac przy wyposażeniu elektrycznym) i instruktażem w zakresie obsługi urządzeń podnoszących.
- Wymagania dotyczące ŚOI: rękawice ochronne przed zagrożeniami mechanicznymi (EN 388), obuwie bezpieczne S3 (EN ISO 20345), hełm ochronny przy stosowaniu urządzeń podnoszących.

3 Dane techniczne

- Maszyna/instalacja: Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 (zespół maszyn)
- Typ/model: RSZ-2600
- Numer seryjny: RSZ2600-2026-0001
- Rok budowy: 2026
- Rodzaj maszyny: Zespół maszyn w rozumieniu art. 3 pkt 1 lit. d rozporządzenia w sprawie maszyn
- Tryby pracy: Automatyczny, Ustawianie
- Tabliczka znamionowa: na prawej ścianie bocznej szafy sterowniczej; podane informacje: producent, typ, numer seryjny, rok budowy, dane przyłącza elektrycznego, masa, oznakowanie CE

3.1 Wyposażenie

Wymiary i masy: Powierzchnia zabudowy celi ok. 6,5 x 4,0 m; wysokość 2,6 m; masa całkowita ok. 4600 kg. Najcięższe pojedyncze zespoły: dwustanowiskowy stół obrotowy ok. 1900 kg, robot z cokołem ok. 850 kg, szafa sterownicza ok. 350 kg, źródło prądu spawania z podajnikiem drutu ok. 120 kg, zespół odciągu dymów spawalniczych ok. 250 kg, segmenty ogrodzenia obwodowego łącznie ok. 400 kg; pulpit sterowniczy, okablowanie, instalacja mediów i drobne części ok. 730 kg.

Dane przedmiotu: maksymalna masa przedmiotu 40 kg; maksymalne wymiary gabarytowe przedmiotu 800 x 600 x 400 mm; materiały: stal niestopowa i niskostopowa; czas cyklu ok. 90 sekund.

Wyposażenie elektryczne: napięcie znamionowe 400 V AC, 3/N/PE, 50 Hz; układ sieci TN-S; moc przyłączeniowa 32 kVA; zabezpieczenie po stronie zasilania 63 A gG; napięcie sterowania 24 V DC; urządzenie ochronne różnicowoprądowe typu B; wyposażenie elektryczne wykonane zgodnie z EN 60204-1.

Technika spawalnicza: źródło prądu spawania MAG 400 A przy cyklu pracy 60 procent; maksymalne napięcie stanu jałowego 80 V; klasa ochronności I, stopień ochrony IP23S; podajnik drutu do drutów o średnicy od 1,0 do 1,2 mm; palnik spawalniczy chłodzony wodą z agregatem chłodzącym i monitorowaniem temperatury na szyjce palnika; stacja czyszczenia palnika z zespołem natryskowym i obcinakiem drutu; gaz osłonowy: mieszanka gazowa M21 zgodnie z EN ISO 14175 (zapewnia klient), przepływ ok. 15 l/min.

Robot: przemysłowy robot przegubowy z 6 osiami; zasięg 2600 mm; udźwig 12 kg; powtarzalność +/- 0,05 mm; bezpiecznie zmniejszona prędkość w trybie ustawiania maksymalnie 250 mm/s w punkcie TCP.

Stół obrotowy: dwustanowiskowy stół obrotowy z pionową osią obrotu, obrót o 180 stopni; nośność 2 x 40 kg plus przyrządy mocujące; czas obrotu ok. 3 sekund; zamykane pneumatycznie zaciski przedmiotu z presostatem, sterowanym zaworem zwrotnym (zawór podtrzymujący ciśnienie) i czujnikiem obecności przedmiotu na każdym stanowisku.

Przyrządy mocujące użytkownika maszyny przeznaczone dla określonych przedmiotów: maksymalnie 60 kg na stanowisko; kontur kolizyjny zgodnie z planem ustawienia RSZ-2600-LAY-001; odizolowane elektrycznie od ramy stołu; zaciski zamykane pneumatycznie, z zaworem podtrzymującym ciśnienie i podłączone do monitorowania ciśnienia mocowania (SF-04); producent zatwierdza nowe przyrządy przed ich pierwszym użyciem.

Pneumatyka: ciśnienie robocze 6 bar; jakość sprężonego powietrza: bezolejowe zgodnie z ISO 8573-1; przyłącze G 1/2; średnie zużycie powietrza ok. 90 Nl/min.

Oświetlenie miejsca pracy: zintegrowane z maszyną zgodnie z EN 1837; 500 lx na stanowisku załadunku, 200 lx w przejściu konserwacyjnym; komunikat o awarii na panelu HMI.

Odciąg dymów spawalniczych: wydajność odciągu 1800 m³/h; wkład filtracyjny klasy dymów spawalniczych W3 (skuteczność separacji co najmniej 99 procent, zbadana zgodnie z EN ISO 21904-2; wymaganie wynikające z oceny ryzyka zgodnie z niemiecką regułą techniczną dotyczącą substancji niebezpiecznych TRGS 528); praca z recyrkulacją powietrza, opcjonalne przyłącze powietrza wywiewanego; monitorowanie wydajności odciągu z komunikatem o usterce; wstępny separator iskier przed wkładem filtracyjnym; monitorowanie temperatury wkładu filtracyjnego, zmotoryzowane przepustnice odcinające oraz czujki dymu i CO w obudowie filtra i w kanale powietrza wywiewanego; obudowa filtra z systemem wymiany bag-in/bag-out do wymiany wkładu; wybieg wentylatora odciągu przez co najmniej 10 minut po zakończeniu spawania.

Emisja hałasu (deklaracja zgodnie z EN ISO 4871): poziom ciśnienia akustycznego emisji skorygowany charakterystyką częstotliwościową A na stanowisku załadunku LpA = 84 dB(A), niepewność pomiaru K = 2,5 dB, wyznaczony zgodnie z EN ISO 11202; poziom mocy akustycznej skorygowany charakterystyką częstotliwościową A LWA = 96 dB(A), niepewność KWA = 3 dB, wyznaczony zgodnie z EN ISO 3746 (klasa dokładności 3). Warunki pracy podczas pomiaru: tryb automatyczny z zatwierdzonym programem spawania przy czasie cyklu ok. 90 sekund, odciąg dymów spawalniczych w działaniu, drzwi serwisowe zamknięte; stanowiskiem pomiarowym jest stanowisko załadunku przed otworem załadunku (osoba stojąca). Szczytowy poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową C na stanowisku załadunku nie przekracza 130 dB(C). Podane wartości są poziomami emisji i niekoniecznie stanowią bezpieczne poziomy pracy. Użytkownik maszyny jest zobowiązany udostępnić ochronniki słuchu od poziomu dziennego narażenia na hałas wynoszącego 80 dB(A); od 85 dB(A) istnieje obowiązek noszenia ochronników słuchu i umieszczenia odpowiedniego oznakowania.

Warunki otoczenia podczas eksploatacji: temperatura otoczenia od +5 do +40 stopni C; wilgotność względna do 70 procent, bez kondensacji; wysokość ustawienia do 1000 m nad poziomem morza; wyłącznie suche pomieszczenia wewnątrz budynków; brak atmosfery potencjalnie wybuchowej; prędkość powietrza w obszarze otworu załadunku poniżej 0,5 m/s, aby nie zakłócać osłony gazowej.

4 Opis maszyny

RSZ-2600 jest zrobotyzowaną celą spawalniczą MAG do spawania łukowego zespołów stalowych o masie przedmiotu do 40 kg w produkcji seryjnej. Jest to maszyna specjalna zbudowana jako pojedynczy egzemplarz, wprowadzana do obrotu jako jedna całość w postaci zespołu maszyn ze wspólnym układem sterowania. Zasada działania: podczas gdy operator ładuje i rozładowuje przedmioty na stanowisku czołowym dwustanowiskowego stołu obrotowego, robot spawa na drugim stanowisku za stałą środkową ścianką działową. Obrót stołu obrotowego o 180 stopni zamienia stanowiska miejscami przy czasie cyklu ok. 90 sekund. Niniejszy rozdział opisuje budowę instalacji z jej głównymi zespołami, stanowiska obsługi oraz przebieg działania.

4.1 Budowa i główne zespoły

Instalacja składa się z następujących głównych zespołów:

(1) Przemysłowy robot przegubowy: 6 osi, zasięg 2600 mm, udźwig 12 kg, zamontowany na stalowym cokole; dostarczony przez producenta robota jako maszyna nieukończona wraz z unijną deklaracją włączenia zgodnie z załącznikiem V część B; ze sterownikiem robota i pulpitem programowania.

(2) Dwustanowiskowy stół obrotowy: pionowa oś obrotu z obrotem o 180 stopni, stała środkowa ścianka działowa z kurtyną spawalniczą, zamykane pneumatycznie zaciski przedmiotu z presostatem, sterowanym zaworem zwrotnym (zawór podtrzymujący ciśnienie) z ręcznym sterowaniem awaryjnym i czujnikiem obecności przedmiotu na każdym stanowisku; blacha odbojowa pod stołem obrotowym jako urządzenie wychwytujące; nośność 2 x 40 kg plus przyrządy mocujące (maksymalnie 60 kg na stanowisko, wymagania, patrz rozdział 3.1).

(3) Wyposażenie spawalnicze: źródło prądu spawania MAG 400 A przy cyklu pracy 60 procent (urządzenie z oznakowaniem CE), podajnik drutu na ramieniu robota, pakiet przewodów, palnik spawalniczy chłodzony wodą z agregatem chłodzącym, monitorowaniem temperatury na szyjce palnika i sprzęgłem antykolizyjnym, stacja czyszczenia palnika z czyszczeniem dyszy, zespołem natryskowym i obcinakiem drutu.

(4) Odciąg dymów spawalniczych: Zespół odciągu 1800 m³/h ze wstępnym separatorem iskier, wkładem filtracyjnym i okapem wychwytującym nad strefą spawania; monitorowanie wydajności odciągu; monitorowanie temperatury wkładu filtracyjnego, zmotoryzowane przepustnice odcinające oraz czujki dymu i CO w obudowie filtra i w kanale powietrza wywiewanego; obudowa filtra z systemem wymiany bag-in/bag-out do niskopyłowej wymiany wkładu oraz z zamykanym otworem wlotowym środka gaśniczego.

(5) Osłony i urządzenia ochronne: Osłona obwodowa (ogrodzenie obwodowe) o wysokości 2200 mm z płytami wypełnienia nieprzepuszczającymi światła łuku, oknami obserwacyjnymi z ochroną spawalniczą i płytą cokołową; drzwi serwisowe z tyłu z blokadą, ryglowaniem, odblokowaniem awaryjnym od wewnątrz i zabezpieczeniem na osobiste kłódki; kurtyna świetlna typu 4 przy otworze załadunku.

(6) Układ sterowania: Szafa sterownicza z wyłącznikiem głównym, sterownikiem PLC bezpieczeństwa, sterownikiem instalacji i bramą sieciową z zaporą sieciową do połączenia danych i zdalnej konserwacji (patrz rozdział 13); wymiana sygnałów między wszystkimi maszynami składowymi przez wspólny układ sterowania.

(7) Pulpit sterowniczy: Panel HMI z wyświetlaniem programu, przycisk do startu cyklu i potwierdzania, przełącznik wyboru trybu pracy, przełącznik kluczykowy zdalnej konserwacji, urządzenie zatrzymania awaryjnego; kolumna sygnalizacyjna (zielony/żółty/czerwony) na dachu celi; czerwona lampka sygnalizacyjna czasu blokady stygnięcia na stanowisku odbioru.

(8) Zasilanie mediami: Zespół przygotowania sprężonego powietrza z zaworem odcinającym serwisowym z możliwością zablokowania, z funkcją odpowietrzania i wskaźnikiem ciśnienia resztkowego; przyłącze zasilania gazem osłonowym zapewnianego przez klienta z zaworem elektromagnetycznym (normalnie zamkniętym), który odcina dopływ gazu przy zatrzymaniu maszyny, przy zatrzymaniu awaryjnym i podczas przerw w pracy.

(9) Oświetlenie miejsca pracy: zintegrowane z maszyną oświetlenie zgodnie z EN 1837 o natężeniu 500 lx na stanowisku załadunku i 200 lx w przejściu konserwacyjnym; komunikat o awarii na panelu HMI.

4.2 Stanowiska obsługi

Stanowisko załadunku (strona przednia): Stanowisko pracy operatora do załadunku i rozładunku przedmiotów na danym stanowisku czołowym stołu obrotowego. Dostęp odbywa się przez otwór załadunku monitorowany kurtyną świetlną. Operator stoi poza przestrzenią roboczą robota; stała środkowa ścianka działowa osłania przed łukiem i rozpryskami spawalniczymi. Podest stojący z regulacją wysokości dopasowuje wysokość pracy do wzrostu operatora (wysokość pracy ok. 900 do 1100 mm nad powierzchnią stania); przed rozpoczęciem pracy ustawić podest tak, aby punkty chwytu znajdowały się mniej więcej na wysokości łokci.

Pulpit sterowniczy (obok otworu załadunku): Panel HMI do wyboru programu i wyświetlania stanu, przycisk do startu cyklu i potwierdzania, zamykany przełącznik wyboru trybu pracy, przełącznik kluczykowy zdalnej konserwacji, urządzenie zatrzymania awaryjnego. Z pulpitu sterowniczego jest zapewniony widok na otwór załadunku.

Pulpit programowania (personel ustawiający): Ręczne urządzenie sterownika robota z zatrzymaniem awaryjnym i trójpołożeniowym urządzeniem zezwalającym do uczenia i przemieszczania w trybie ustawiania. Użytkowanie jest zastrzeżone dla przeszkolonego personelu ustawiającego.

Dostęp serwisowy (strona tylna): Drzwi serwisowe z blokadą i ryglowaniem; dostęp w celu prac konserwacyjnych i ustawczych wyłącznie przy wyłączonej instalacji lub w trybie ustawiania. Podczas pracy automatycznej nie przewidziano stanowiska pracy wewnątrz celi.

4.3 Opis działania

Przebieg cyklu automatycznego:

1. Operator umieszcza przedmiot w przyrządzie mocującym na stanowisku czołowym. Pneumatyczne zaciski zamykają się; presostat potwierdza ciśnienie mocowania, a czujnik obecności potwierdza położenie przedmiotu.

2. Operator opuszcza pole ochronne kurtyny świetlnej i naciska przycisk Start cyklu na pulpicie sterowniczym. Układ sterowania sprawdza, czy pole ochronne jest wolne i czy wszystkie funkcje bezpieczeństwa zostały potwierdzone.

3. Po dźwiękowym sygnale ostrzegawczym przed startem stół obrotowy obraca się o 180 stopni: świeżo załadowane stanowisko obraca się do strefy spawania, a stanowisko z gotowym zespawanym przedmiotem obraca się w kierunku operatora.

4. Robot wykonuje zwolniony program spawania na tylnym stanowisku. Odciąg dymów spawalniczych pracuje pod kontrolą sterowania procesem; czyszczenie palnika odbywa się w określonych odstępach pod kontrolą programu.

5. Równolegle operator zdejmuje gotowy przedmiot na stanowisku czołowym i wkłada kolejny półfabrykat. Zezwolenie na zdjęcie jest udzielane dopiero po upływie czasu blokady stygnięcia zapisanego dla programu spawania i po zgaśnięciu czerwonej lampki sygnalizacyjnej na stanowisku odbioru. Czas cyklu wynosi ok. 90 sekund.

6. Po zakończeniu programu i ponownym uruchomieniu startu cyklu przebieg się powtarza. W przypadku usterek (np. przerwania łuku, końca drutu, usterki odciągu) instalacja zatrzymuje się w sposób sterowany; usterka jest wyświetlana na panelu HMI, a kolumna sygnalizacyjna przełącza się na kolor czerwony.

W trybie ustawiania (przełącznik kluczykowy) stół obrotowy i robota wolno przemieszczać wyłącznie za pomocą urządzenia zezwalającego i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością; cykl automatyczny jest zablokowany. Przy otwartych drzwiach serwisowych źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone (SF-01); drut można wtedy podawać wyłącznie w trybie impulsowym ze zmniejszoną prędkością nawlekania.

5 Dostawa, transport, rozpakowanie

Niniejszy rozdział opisuje bezpieczną dostawę, transport wewnątrzzakładowy i rozpakowanie zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600. Instalacja jest dostarczana w następujących wstępnie zmontowanych jednostkach transportowych: (1) robot ze stalowym cokołem w zablokowanym położeniu transportowym na ramie transportowej z kieszeniami na widły; (2) dwustanowiskowy stół obrotowy z zabezpieczoną osią obrotu na ramie transportowej; (3) szafa sterownicza z pulpitem sterowniczym; (4) źródło prądu spawania MAG z podajnikiem drutu i stacją czyszczenia palnika na palecie; (5) zespół odciągu dymów spawalniczych na palecie; (6) segmenty ogrodzenia obwodowego, drzwi serwisowe i kurtyna świetlna w kontenerach siatkowych. Wszystkie jednostki są owinięte folią i zabezpieczone przed przesunięciem; drobne części i dokumentacja znajdują się w oznaczonym pudełku z wyposażeniem w ramie transportowej szafy sterowniczej.

5.1 Wskazówki bezpieczeństwa dotyczące transportu i przenoszenia

Transport i przenoszenie maszyny oraz jej zespołów może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel specjalistyczny, który zna występujące obciążenia. Podczas wszystkich prac transportowych i związanych z rozpakowaniem należy nosić odpowiednie środki ochrony indywidualnej, w szczególności obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345 i odpowiednie rękawice ochronne.

> **OSTRZEŻENIE**
> Spadające, przewracające się lub kołyszące się ładunki podczas podnoszenia i przemieszczania ciężkich zespołów. Może dojść do śmierci lub poważnych obrażeń. Nigdy nie przebywać pod zawieszonymi ładunkami i zabezpieczyć obszar transportu przed dostępem osób nieupoważnionych.

Bezpośrednio po dostawie sprawdzić maszynę pod kątem widocznych z zewnątrz uszkodzeń transportowych i kompletności. Wszelkie stwierdzone uszkodzenia należy udokumentować i zgłosić przed instalacją. Dokładny zakres dostawy należy przyjąć z dokumentów przewozowych.

5.2 Masy, położenie środków ciężkości i środki transportu

Masy i położenie środków ciężkości poszczególnych zespołów są decydujące przy doborze środków transportu, urządzeń dźwignicowych i osprzętu do podnoszenia:

- Masa całkowita instalacji: ok. 4600 kg (rozdzielona na kilka jednostek transportowych)
- Dwustanowiskowy stół obrotowy: ok. 1900 kg, środek ciężkości centralnie nad osią obrotu, położenie środka ciężkości oznaczone na ramie
- Robot ze stalowym cokołem: ok. 850 kg, środek ciężkości położony wysoko; przestrzegać oznaczenia środka ciężkości na ramie transportowej
- Szafa sterownicza: ok. 350 kg
- Zespół odciągu dymów spawalniczych: ok. 250 kg
- Źródło prądu spawania MAG z podajnikiem drutu: ok. 120 kg

- Segmenty ogrodzenia obwodowego, łącznie: ok. 400 kg
- Pulpit sterowniczy, okablowanie, instalacja mediów i drobne części: ok. 730 kg (rozdzielone na kilka opakowań)

Dopuszczalne środki transportu: wózek widłowy o wystarczającym udźwigu resztkowym (co najmniej 2,5 t) i o wystarczającej długości wideł dla stołu obrotowego i robota; suwnica z badanym osprzętem do podnoszenia (udźwig co najmniej 2 t) do ustawiania w ciasnych przestrzeniach; wózek paletowy wyłącznie dla jednostek paletowych o masie do 300 kg. Urządzenia dźwignicowe, wózki jezdniowe i osprzęt do podnoszenia muszą być dobrane i zbadane dla rzeczywiście przemieszczanego ładunku. Stosować wyłącznie sprawny technicznie i dopuszczony osprzęt do podnoszenia i przestrzegać jego udźwigu.

5.3 Punkty zawieszenia i bezpieczne podnoszenie

Do podnoszenia stosować wyłącznie przewidziane punkty podnoszenia i punkty zawieszenia ładunku:

- Robot z cokołem: cztery oznaczone ucha transportowe na stalowym cokole; nigdy nie mocować osprzętu do podnoszenia do ramienia robota, okablowania ani pakietu przewodów. Alternatywnie transport wózkiem widłowym z wykorzystaniem kieszeni na widły ramy transportowej.
- Stół obrotowy: kieszenie na widły w ramie podstawy lub cztery ucha transportowe w narożnikach ramy; środkowa ścianka działowa nie jest elementem nośnym i nie wolno jej używać jako punktu podnoszenia.
- Szafa sterownicza: ucha transportowe na górze szafy (przed uruchomieniem zdjąć i zastąpić zaślepkami).
- Jednostki paletowe (źródło prądu, zespół odciągu): transport wózkiem widłowym lub wózkiem paletowym na palecie.

> **WSKAZÓWKA**
> Osprzęt do podnoszenia zamocowany do ramienia robota, okablowania, pakietu przewodów lub środkowej ścianki działowej stołu obrotowego. Przekładnie, kable i środkowa ścianka działowa zostaną uszkodzone. Stosować wyłącznie oznaczone ucha transportowe i kieszenie na widły.

Ładunek zawiesić w taki sposób, aby wykluczyć jego przewrócenie, przesunięcie lub kołysanie (kąt nachylenia cięgien osprzętu do podnoszenia nie większy niż 60 stopni od pionu, stosować ochraniacze krawędzi). Podnosić powoli i bez szarpnięć, prowadzić ładunek w sposób kontrolowany i odstawiać go bez uderzeń. Podczas transportu wewnątrzzakładowego zabezpieczyć ładunek przed zsunięciem się i przewróceniem. Przy transporcie pojazdami drogowymi obowiązuje zabezpieczenie ładunku zgodnie z EN 12195-1.

5.4 Zabezpieczenia transportowe

Wszystkie zabezpieczenia transportowe są oznaczone na czerwono. Przed uruchomieniem należy usunąć: (1) sworznie blokujące osi obrotu stołu obrotowego na ramie podstawy; (2) blokady transportowe na osiach robota (robot znajduje się w oznaczonym położeniu transportowym;

zwolnienie odbywa się zgodnie z instrukcjami producenta dopiero po zakotwieniu cokołu); (3) pasy napinające i ochraniacze krawędzi na ramach transportowych; (4) zaciski blokujące na drzwiach serwisowych i elementach ogrodzenia. Kolejność: zabezpieczenia transportowe usuwać dopiero po ustawieniu i zakotwieniu danego zespołu w jego docelowym miejscu ustawienia (patrz rozdział 8). Wszystkie zabezpieczenia transportowe zachować na potrzeby późniejszego transportu lub wycofania z eksploatacji; przewidzianym miejscem ich przechowywania jest przedział w cokole szafy sterowniczej.

5.5 Rozpakowanie

Maszynę i jej zespoły rozpakowywać na odpowiedniej, nośnej i równej powierzchni. Przy otwieraniu opakowania postępować tak, aby nie stwarzać zagrożenia ani dla maszyny, ani dla personelu, i unikać uszkodzenia elementów dobudowanych, przewodów oraz osłon i urządzeń ochronnych. Materiał opakowaniowy utylizować prawidłowo i zgodnie z przepisami lokalnymi. Po rozpakowaniu ponownie sprawdzić kompletność na podstawie dokumentów przewozowych.

5.6 Przechowywanie przed ustawieniem

Jeżeli maszyna ma być przechowywana tymczasowo przed ustawieniem, należy przestrzegać dopuszczalnych warunków przechowywania zgodnie z rozdziałem 6: suche, zamknięte pomieszczenia, od -10 do +50 stopni C, wilgotność względna maksymalnie 60 procent, bez kondensacji. Opakowanie i osłony ochronne muszą pozostać na maszynie aż do instalacji. W przypadku okresu przechowywania przekraczającego 12 miesięcy obowiązują dodatkowe kontrole zgodnie z rozdziałem 6.2.

6 Warunki przechowywania

Niniejszy rozdział opisuje warunki przechowywania zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600 oraz jej komponentów i zespołów w okresie między dostawą, instalacją i ewentualnym późniejszym przechowywaniem tymczasowym. Celem jest zapobieganie uszkodzeniom spowodowanym niedopuszczalnymi warunkami otoczenia, korozją i zbyt długimi okresami postoju.

Dopuszczalne warunki przechowywania: temperatura przechowywania od -10 do +50 stopni C; wilgotność względna maksymalnie 60 procent, bez kondensacji. Maszynę należy przechowywać w zamkniętych pomieszczeniach, w stanie suchym i czystym, z ochroną przed wpływami atmosferycznymi. Należy unikać kondensacji, bezpośredniej wilgoci, dużych wahań temperatury i agresywnej atmosfery (np. powietrza zawierającego sól lub chlor).

Maszyna zawiera wyposażenie elektryczne, komponenty pneumatyczne, a także źródło prądu spawania MAG z podajnikiem drutu oraz układ odciągu dymów spawalniczych z wkładem filtracyjnym. Zespoły te są szczególnie wrażliwe na wilgoć i zanieczyszczenia. Sterownik robota i szafę sterowniczą należy osłonić przed pyłem; drzwi należy utrzymywać zamknięte. Podczas przechowywania tymczasowego należy zachować lub przywrócić osłony ochronne i opakowania zapewnione przez producenta. Drut spawalniczy należy przechowywać w suchym miejscu i w oryginalnym opakowaniu.

6.1 Ochrona przed korozją

Gołe i niepowlekane powierzchnie metalowe, w szczególności powierzchnie mocujące stołu obrotowego, prowadnice i przyrządy mocujące, należy przed przechowywaniem zabezpieczyć bezkwasowym olejem antykorozyjnym lub woskiem konserwującym. Jeżeli okres przechowywania przekracza 6 miesięcy, ochronę przed korozją należy odnowić. Ochrony przed korozją istniejącej w chwili dostawy nie wolno usuwać bez potrzeby; przed uruchomieniem należy ją bez pozostałości usunąć z powierzchni funkcjonalnych. Podczas dłuższego przechowywania stan ochrony przed korozją należy sprawdzać co kwartał i w razie potrzeby odnawiać.

6.2 Maksymalny okres przechowywania i kontrole okresowe

Maksymalny dopuszczalny okres przechowywania bez specjalnych środków wynosi 12 miesięcy. Podczas przechowywania należy co kwartał przeprowadzać kontrole: stan ochrony przed korozją, suchość i czystość miejsca przechowywania, nienaruszony stan opakowań i osłon ochronnych.

W razie przekroczenia okresu przechowywania wynoszącego 12 miesięcy przed uruchomieniem należy przeprowadzić: kontrolę wzrokową wszystkich zespołów pod kątem korozji i uszkodzeń; sprawdzenie lub wymianę baterii buforowych sterownika robota (możliwa utrata punktów referencyjnych osi); pomiar izolacji wyposażenia elektrycznego; kontrolę komponentów pneumatycznych pod kątem stwardniałych uszczelek; kontrolę działania wszystkich urządzeń bezpieczeństwa zgodnie z rozdziałem 8 (pierwsze uruchomienie). W razie wątpliwości należy skonsultować się z producentem.

7 Warunki ustawienia

Miejsce ustawienia: w zakładzie użytkownika maszyny zgodnie z planem ustawienia RSZ-2600-LAY-001. Maszyna jest przeznaczona do instalacji stacjonarnej w suchej hali produkcyjnej. Niniejszy rozdział opisuje wymagania dotyczące zapotrzebowania na miejsce, fundamentu, warunków otoczenia i przyłączy zasilania, które użytkownik maszyny musi zapewnić na miejscu przed dostawą.

7.1 Zapotrzebowanie na miejsce i wymiary

Powierzchnia zabudowy celi: ok. 6,5 x 4,0 m; wysokość 2,6 m. Dookoła celi należy zapewnić wolną przestrzeń o szerokości co najmniej 1,0 m na potrzeby obsługi, konserwacji i dróg ewakuacyjnych; przed drzwiami serwisowymi z tyłu co najmniej 1,2 m (promień otwierania drzwi plus przestrzeń robocza). Przed otworem załadunku należy utrzymywać wolny obszar obsługi i odkładania o głębokości co najmniej 2,0 m, przeznaczony do przygotowania przedmiotów i przepływu materiału. W tym obszarze użytkownik maszyny zapewnia urządzenie wspomagające podnoszenie o udźwigu co najmniej 40 kg dla przedmiotów o masie powyżej 15 kg (np. balanser lub żuraw słupowy); nie wchodzi ono w zakres dostawy. Wymagana wysokość hali w świetle: co najmniej 3,2 m (prace montażowe i konserwacyjne na dachu celi). Przed dostawą należy sprawdzić drogi dojazdowe: największa jednostka transportowa (stół obrotowy) ok. 2,4 x 1,8 x 2,0 m, 1900 kg. Drogi komunikacyjne i strefy niebezpieczne należy oznakować zgodnie z niemiecką techniczną zasadą dla miejsc pracy ASR A1.8.

7.2 Fundament / nośność

Maszynę ustawia się na równej przemysłowej posadzce betonowej; oddzielny fundament nie jest wymagany. Wymagania: klasa betonu co najmniej C25/30, grubość płyty posadzki co najmniej 200 mm, płaskość +/- 5 mm w odniesieniu do powierzchni ustawienia, obciążenie powierzchniowe co najmniej 10 kN/m². Cokół robota i rama podstawy stołu obrotowego są kotwione do posadzki za pomocą kotew ciężkich (M16, głębokość zakotwienia zgodnie z dopuszczeniem producenta kotew); siły dynamiczne robota (moment wywracający przy cokole do ok. 8 kNm) muszą być przenoszone przez zakotwienie. W obszarze zakotwienia posadzka nie może mieć pęknięć; minimalne odległości kotew od krawędzi muszą być zgodne z dopuszczeniem kotew. Wykładziny lub powłoki posadzki nie mogą pogarszać przenoszenia sił. W przypadku odmiennych warunków posadzki nośność musi ocenić na miejscu kompetentna osoba zaangażowana przez klienta.

7.3 Warunki otoczenia

W miejscu ustawienia należy zachować następujące warunki otoczenia: temperatura otoczenia od +5 do +40 stopni C; wilgotność względna do 70 procent, bez kondensacji; wysokość ustawienia do 1000 m nad poziomem morza; suche środowisko wewnątrz budynku, brak strefy zagrożenia wybuchem, brak atmosfery agresywnej lub silnie zapylonej. Należy unikać przeciągów w obszarze otworu załadunku (prędkość powietrza poniżej 0,5 m/s), ponieważ zakłócają one osłonę gazową procesu spawania i pogarszają skuteczność odciągu dymów; bramy hali i wyloty wentylacyjne

należy odpowiednio rozmieścić. Miejsce ustawienia musi być ubogie w drgania (bez bezpośredniego sąsiedztwa pras lub wykrawarek wywołujących silne drgania posadzki), aby nie pogarszać powtarzalności robota i działania czujników bezpieczeństwa.

Środowisko elektromagnetyczne: Cela jest przeznaczona do środowisk przemysłowych (odporność zgodnie z EN IEC 61000-6-2, emisja zgodnie z EN IEC 61000-6-4, potwierdzenie w sprawozdaniu z badań RSZ-2600-EMV-001). Nie jest przeznaczona do środowisk mieszkalnych ani do podłączenia do publicznej sieci niskiego napięcia, która zasila również budynki mieszkalne. Prowadzenie przewodów, zakończenia ekranów kabli i połączenia wyrównawcze zgodnie ze schematem elektrycznym RSZ-2600-EPL-001 może zmieniać wyłącznie wykwalifikowany personel posiadający wiedzę z zakresu EMC; przewody prądu spawania i przewody sterownicze pozostają w oddzielnych kanałach kablowych. Po wymianie źródła prądu spawania, sterownika robota lub elementów bezpieczeństwa należy powtórzyć badanie funkcjonalne funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05.

7.4 Przyłącza zasilania

Do eksploatacji maszyny klient musi zapewnić na miejscu następujące przyłącza zasilania:

- Zasilanie elektryczne: 400 V AC, 3/N/PE, 50 Hz, układ sieci TN-S; moc przyłączeniowa 32 kVA; zabezpieczenie 63 A gG zapewniane przez klienta na miejscu; przewód zasilający 5 x 16 mm² Cu (wartość orientacyjna, uwzględnić sposób ułożenia) do wyłącznika głównego szafy sterowniczej; wymagane prawoskrętne następstwo faz; uziom fundamentowy lub połączenia wyrównawcze zgodnie z przepisami VDE.
- Sprężone powietrze: 6 bar (+/- 0,5 bar), bezolejowe zgodnie z ISO 8573-1; przyłącze G 1/2 na zespole przygotowania powietrza; minimalne natężenie przepływu 200 Nl/min; zaleca się zapewnienie przez klienta na miejscu zaworu odcinającego w pobliżu maszyny.
- Gaz osłonowy: mieszanka gazowa M21 zgodnie z EN ISO 14175 (82 procent argonu, 18 procent CO2) z centralnej instalacji pierścieniowej lub z baterii butli; ciśnienie przepływu od 2 do 4 bar, przepływ ok. 15 l/min; butle zabezpieczyć przed przewróceniem.
- Odciąg: Odciąg dymów spawalniczych pracuje z recyrkulacją powietrza; opcjonalnie klient może zapewnić na miejscu kanał powietrza wywiewanego (przyłącze DN 250). Za zapewnienie odpowiedniej wentylacji hali zgodnie z niemiecką regułą techniczną dotyczącą substancji niebezpiecznych TRGS 528 odpowiada użytkownik maszyny.
- Oświetlenie: Oświetlenie hali zapewnia na miejscu użytkownik maszyny. Oświetlenie miejsca pracy celi wchodzi w zakres dostawy (zintegrowane z maszyną zgodnie z EN 1837, 500 lx na stanowisku załadunku, 200 lx w przejściu konserwacyjnym, komunikat o awarii na panelu HMI).

8 Montaż i instalacja, pierwsze uruchomienie

Montaż, instalację i pierwsze uruchomienie wykonuje producent lub personel specjalistyczny działający na zlecenie producenta. Niniejszy rozdział opisuje wymagania i procedury; służy on również użytkownikowi maszyny jako materiał pomocniczy przy późniejszym przeniesieniu maszyny w inne miejsce w zakładzie, które może się odbyć wyłącznie w porozumieniu z producentem.

8.1 Bezpieczeństwo

Montaż, instalację i pierwsze uruchomienie zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600 może wykonywać wyłącznie przeszkolony personel specjalistyczny posiadający kwalifikacje w zakresie budowy maszyn, elektrotechniki, pneumatyki i techniki spawalniczej. Robot jest dostarczany przez producenta robota jako maszyna nieukończona wraz z unijną deklaracją włączenia zgodnie z załącznikiem V część B oraz instrukcją montażu zgodnie z załącznikiem XI; podczas wszystkich prac przy tym komponencie należy dodatkowo przestrzegać odpowiedniej instrukcji montażu producenta robota.

Przed rozpoczęciem wszystkich prac mechanicznych i elektrycznych maszynę należy bezpiecznie odłączyć od zasilania energią: wyłączyć wyłącznik główny i zabezpieczyć go kłódką w położeniu wyłączenia (LOTO), odciąć sprężone powietrze na zaworze odcinającym zespołu przygotowania powietrza i odpowietrzyć układ, sprawdzić brak ciśnienia na wskaźniku ciśnienia resztkowego oraz zlecić wykwalifikowanemu elektrykowi sprawdzenie braku napięcia. Należy stosować obowiązującą u użytkownika maszyny procedurę zarządzania kluczami i kłódkami.

> **NIEBEZPIECZEŃSTWO**
> Napięcie elektryczne 400 V na przewodzie zasilającym, w szafie sterowniczej i w źródle prądu spawania. Dotknięcie części pod napięciem spowoduje śmierć lub poważne obrażenia. Prace przy wyposażeniu elektrycznym mogą wykonywać wyłącznie wykwalifikowani elektrycy i wyłącznie po odłączeniu, zabezpieczeniu przed ponownym załączeniem i sprawdzeniu braku napięcia; po odłączeniu odczekać co najmniej 1 minutę na rozładowanie źródła prądu spawania; dla napędów robota obowiązuje czas oczekiwania podany przez producenta robota.

> **OSTRZEŻENIE**
> Nieoczekiwane ruchy osi robota i stołu obrotowego przy pierwszym podłączeniu zasilania energią i podczas montażu. Może dojść do śmierci lub poważnych obrażeń. Przed włączeniem upewnić się, że w przestrzeni roboczej robota ani w obszarze obrotu stołu obrotowego nie przebywają żadne osoby.

Oprócz zagrożenia elektrycznego należy uwzględnić również układ pneumatyczny jako układ pod ciśnieniem, substancje niebezpieczne powstające w procesie spawania MAG oraz narażenie na hałas. Przed pracami przy obwodzie mocowania i przy pneumatycznych zaciskach przedmiotu należy najpierw otworzyć zaciski, ponieważ zawór podtrzymujący ciśnienie zamyka ciśnienie mocowania w siłowniku; następnie należy pozbawić obwód pneumatyczny ciśnienia i sprawdzić, czy

wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar. Podczas prac należy nosić co najmniej: obuwie bezpieczne S3 zgodnie z EN ISO 20345, rękawice ochronne oraz hełm ochronny przy pracach nad głową; podczas prób spawania dodatkowo spawalnicze środki ochrony indywidualnej zgodnie z rozdziałem 2.6.

Dokumenty techniczne wymagane do montażu, w szczególności rysunek zestawieniowy i rysunek poglądowy, schematy elektryczne i pneumatyczne oraz schematy obwodów bezpieczeństwa, należy udostępnić przed rozpoczęciem prac.

8.2 Montaż i instalacja

Zrobotyzowaną celę spawalniczą RSZ-2600 ustawia się jako zespół maszyn. Do instalacji należy zapewnić powierzchnię posadzki ok. 6,5 x 4,0 m przy wysokości 2,6 m; muszą być spełnione wymagania dotyczące fundamentu, nośności i otoczenia zgodnie z rozdziałem 7.

Kolejność montażu:
1. Ustawić stół obrotowy w miejscu wskazanym na planie ustawienia (sprawdzić wypoziomowanie poziomicą precyzyjną) i zakotwić go czterema kotwami ciężkimi M16; moment dokręcania zgodnie z dopuszczeniem kotew (wartość orientacyjna 110 Nm).
2. Ustawić cokół robota, zmierzyć jego położenie względem stołu obrotowego zgodnie z planem ustawienia i zakotwić go czterema kotwami ciężkimi M16; dopiero wtedy zwolnić blokady transportowe na osiach robota.
3. Ustawić szafę sterowniczą z pulpitem sterowniczym oraz źródło prądu spawania i zespół odciągu; zamontować stację czyszczenia palnika na cokole.
4. Zmontować segmenty ogrodzenia obwodowego, płyty cokołowe, drzwi serwisowe z blokadą/ryglowaniem i kurtynę świetlną zgodnie z planem ustawienia; zachować odległości bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13857 i EN ISO 13855 według rysunku.
5. Instalacja elektryczna wykonywana przez wykwalifikowanego elektryka zgodnie ze schematami obwodów: przewód zasilający do wyłącznika głównego, połączenia wyrównawcze wszystkich zespołów, okablowanie maszyn składowych i obwodów bezpieczeństwa; sprawdzić kolejność faz (prawoskrętne pole wirujące).
6. Podłączyć pneumatykę zgodnie ze schematem pneumatycznym (6 bar, przyłącze G 1/2); przeprowadzić próbę szczelności.
7. Podłączyć zasilanie gazem osłonowym i przedmuchać przewody; podłączyć układ odciągu i ustawić okap wychwytujący.

Po wykonaniu wszystkich połączeń należy sprawdzić: pewne osadzenie wszystkich zamocowań i zakotwień, kompletność wygrodzenia, działanie drzwi serwisowych z blokadą i ryglowaniem, prawidłowe ustawienie kurtyny świetlnej oraz całkowite usunięcie wszystkich zabezpieczeń transportowych (rozdział 5.4).

Ograniczanie hałasu i drgań: kompletnie zamontować płyty wypełnienia ogrodzenia, płyty cokołowe i osłonę napędu stołu obrotowego; stanowią one część środków ograniczania hałasu. Nie mostkować sprężystych elementów łożyskujących napędu stołu obrotowego sztywnymi połączeniami. Podczas instalacji nie są wymagane żadne dalsze środki ograniczające hałas lub drgania.

8.3 Pierwsze uruchomienie

Pierwsze uruchomienie może nastąpić dopiero po całkowitym zakończeniu montażu i instalacji oraz po prawidłowym zamontowaniu i podłączeniu wszystkich osłon i urządzeń ochronnych. Przed pierwszym podłączeniem zasilania energią należy upewnić się, że w przestrzeni roboczej robota, w obszarze obrotu stołu obrotowego ani wewnątrz ogrodzenia obwodowego nie przebywają żadne osoby.

W ramach pierwszego uruchomienia należy przeprowadzić istotne dla bezpieczeństwa badania zgodnie z planem badań producenta i udokumentować je w protokole odbioru:

- Badanie przewodu ochronnego i pomiar izolacji zgodnie z EN 60204-1 (sprawozdanie z badań elektrycznych)
- Skuteczność obwodu zatrzymania awaryjnego przy wszystkich urządzeniach zatrzymania awaryjnego (pulpit sterowniczy, drzwi serwisowe, pulpit programowania)
- Działanie kurtyny świetlnej, w tym pomiar wybiegu i weryfikacja odległości bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13855
- Działanie drzwi serwisowych z blokadą i ryglowaniem, odblokowania awaryjnego, zabezpieczenia na osobiste kłódki oraz funkcji blokady ponownego rozruchu
- Działanie monitorowania ciśnienia w obwodzie mocowania, zaworu podtrzymującego ciśnienie w przewodzie mocującym wraz z jego ręcznym sterowaniem awaryjnym oraz czujników obecności przedmiotu
- Działanie urządzenia zezwalającego, przełącznika wyboru trybu pracy i bezpiecznie zmniejszonej prędkości (pomiar w punkcie TCP, maksymalnie 250 mm/s)
- Skuteczność układu odciągu dymów spawalniczych (pomiar strumienia objętości) oraz działanie monitorowania temperatury wkładu filtracyjnego, przepustnic odcinających, czujek dymu i CO oraz wybiegu
- Działanie czasu blokady stygnięcia z lampką sygnalizacyjną na stanowisku odbioru, monitorowania temperatury na szyjce palnika oraz oświetlenia miejsca pracy (500 lx na stanowisku załadunku, 200 lx w przejściu konserwacyjnym, komunikat o awarii)
- Walidacja wszystkich funkcji bezpieczeństwa zgodnie z EN ISO 13849-2 (dokumentacja w protokole weryfikacji bezpieczeństwa)

Następnie przeprowadza się przebiegi próbne: najpierw cykl na sucho bez przedmiotu w trybie ustawiania, następnie cykle automatyczne z przedmiotem i z oceną wyników spawania. Stosowane programy spawania muszą być zatwierdzone; należy przestrzegać zamierzonego użytkowania zgodnie z rozdziałem 2.1.

Wyniki pierwszego uruchomienia należy udokumentować w sprawozdaniach z badań i protokołach odbioru. Maszynę przekazuje się użytkownikowi maszyny, a eksploatację produkcyjną rozpoczyna się dopiero po pomyślnym zakończeniu wszystkich badań funkcji bezpieczeństwa, udokumentowanym odbiorze i przeprowadzeniu instruktażu personelu obsługi.

9 Obsługa

Niniejszy rozdział jest skierowany do operatora i personelu ustawiającego zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600. Warunkiem wykonywania wszystkich czynności jest udokumentowany instruktaż oraz znajomość rozdziału 2 (Bezpieczeństwo). Operator pracuje wyłącznie na stanowisku załadunku i przy pulpicie sterowniczym; czynności wewnątrz celi są zastrzeżone dla personelu ustawiającego i konserwacyjnego. Podczas wszystkich prac należy nosić wymagane środki ochrony indywidualnej zgodnie z rozdziałem 2.6.

9.1 Bezpieczeństwo

Podczas obsługi obowiązują następujące zasady bezpieczeństwa:

- Maszynę wolno eksploatować wyłącznie z kompletnie zamontowanymi i sprawnymi osłonami. Przed rozpoczęciem każdej zmiany należy przeprowadzić codzienne kontrole zgodnie z rozdziałem 9.4.
- Nigdy nie sięgać do przestrzeni roboczej robota, nie obchodzić osłon ani nie manipulować przy kurtynie świetlnej. Podczas obrotu stołu obrotowego nikt nie może przebywać w obszarze jego obrotu. Rękawice ochronne nie chronią przed zgnieceniem; sięgać do obszaru obrotu wyłącznie wtedy, gdy stół obrotowy jest zatrzymany.
- Przedmioty wkładać i wyjmować wyłącznie przy nieruchomym stanowisku czołowym. Zespawane przedmioty zdejmować dopiero po upływie czasu blokady stygnięcia (czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru zgasła) i przenosić je wyłącznie w rękawicach termoochronnych; w obszarze spoiny po spawaniu osiągają one temperaturę kilkuset °C.
- Przedmioty o masie do 15 kg przenosić ręcznie, a przedmioty o masie powyżej 15 kg wyłącznie za pomocą zapewnionego przez użytkownika maszyny urządzenia wspomagającego podnoszenie na stanowisku załadunku (np. balansera lub dźwignicy, udźwig co najmniej 40 kg); maksymalna masa jednego przedmiotu wynosi 40 kg.
- Nie patrzeć bezpośrednio w łuk, również w jego odbicia; kurtyna spawalnicza, płyty wypełnienia ogrodzenia obwodowego i okna obserwacyjne muszą być nieuszkodzone.
- Eksploatacja jest dozwolona wyłącznie przy skutecznie działającym odciągu dymów spawalniczych. W przypadku usterki odciągu cela zatrzymuje się w sposób sterowany; nie można jej ponownie uruchomić, dopóki usterka nie zostanie usunięta.
- Usterki, uszkodzenia i nietypowe odgłosy należy niezwłocznie zgłaszać; w przypadku wad istotnych dla bezpieczeństwa maszynę należy zatrzymać i zabezpieczyć przed ponownym uruchomieniem.
- W obszarze otworu załadunku może przebywać wyłącznie operator; inne osoby nie mogą przebywać w oznaczonym obszarze obsługi.

> **OSTRZEŻENIE**
> Gorące przedmioty i przyrządy mocujące po spawaniu (kilkaset °C w obszarze spoiny). Może dojść do poważnych oparzeń dłoni i przedramion. Przedmioty zdejmować dopiero po upływie czasu blokady stygnięcia i wyłącznie w rękawicach termoochronnych; nie dotykać ich nieosłoniętą skórą.

Czas blokady stygnięcia jest zapisany dla każdego programu spawania. Dopóki trwa, zdejmowanie przedmiotów pozostaje zablokowane, a czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru świeci.

9.2 Elementy sterownicze i wskaźniki

Wyłącznik główny (na szafie sterowniczej): odłącza całą instalację na wszystkich biegunach; na czas konserwacji i napraw można go zablokować w położeniu wyłączenia.

Pulpit sterowniczy obok otworu załadunku:

- Panel HMI: wybór programu, licznik sztuk, wyświetlanie stanu pracy i komunikatów o usterkach w postaci tekstowej, wyświetlanie okresów między czynnościami konserwacyjnymi.
- Przycisk Start cyklu (zielony): uruchamia cykl automatyczny, gdy pole ochronne jest wolne i nie występuje żadna usterka.
- Przycisk Potwierdzenie/Reset (niebieski, podświetlany): potwierdzenie po zadziałaniu osłony, po odblokowaniu urządzenia zatrzymania awaryjnego i po usunięciu usterki; miga, gdy wymagane jest potwierdzenie.
- Urządzenie zatrzymania awaryjnego (czerwone na żółtym tle): zatrzymuje całą instalację w sytuacjach zagrożenia.
- Przełącznik wyboru trybu pracy (przełącznik kluczykowy): położenia Automatyczny i Ustawianie; klucz pozostaje u osoby upoważnionej.
- Przełącznik kluczykowy zdalnej konserwacji (położenia Wył. i Zezwolenie): zezwala na sesję zdalnej konserwacji przez producenta (patrz rozdział 13.3); klucz pozostaje u osoby odpowiedzialnej w przedsiębiorstwie użytkownika maszyny.

Kolumna sygnalizacyjna na dachu celi: zielony = trwa praca automatyczna; żółty = instalacja oczekuje (koniec cyklu, brak materiału, wymagane potwierdzenie); czerwony = usterka lub zatrzymanie awaryjne; dodatkowo dźwiękowy sygnał ostrzegawczy przed każdym startem automatycznym.

Pulpit programowania (wyłącznie dla personelu ustawiającego): ręczne urządzenie sterownika robota z wyświetlaczem, przyciskami ruchu ręcznego, trójpołożeniowym urządzeniem zezwalającym i własnym urządzeniem zatrzymania awaryjnego.

Pozostałe wskaźniki: manometr zespołu przygotowania powietrza (sprężone powietrze), wskaźnik ciśnienia resztkowego przy dostępie serwisowym, wskaźnik przepływu gazu osłonowego na źródle prądu spawania, wskaźnik różnicy ciśnień wkładu filtracyjnego na zespole odciągu; czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru (świeci w czasie blokady stygnięcia); na panelu HMI

wskazanie zezwolenia na wymianę palnika i czyszczenie palnika (monitorowanie temperatury na szyjce palnika) oraz komunikaty o awarii oświetlenia miejsca pracy i o nadmiernej temperaturze lub alarmie pożarowym zespołu odciągu.

9.3 Tryby pracy

Maszyna ma tryby pracy Automatyczny i Ustawianie. Wybiera się je przełącznikiem wyboru trybu pracy:

Tryb automatyczny (przełącznik wyboru w położeniu Automatyczny): normalna praca w produkcji seryjnej. Wszystkie osłony są aktywne; drzwi serwisowe są zaryglowane; dostęp jest możliwy wyłącznie przez otwór załadunku monitorowany kurtyną świetlną. Cykl przebiega automatycznie po zezwoleniu przyciskiem Start cyklu.

Tryb ustawiania (przełącznik wyboru w położeniu Ustawianie, przełącznik kluczykowy): tryb pracy do uczenia, testowania programów i wyszukiwania usterek przez przeszkolony personel ustawiający. Ruchy robota i stołu obrotowego są możliwe wyłącznie przy uruchomionym trójpołożeniowym urządzeniu zezwalającym na pulpicie programowania i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością (maksymalnie 250 mm/s w punkcie TCP). Przy otwartych drzwiach serwisowych źródło prądu spawania jest bezpiecznie wyłączone (SF-01); drut można wtedy podawać wyłącznie w trybie impulsowym ze zmniejszoną prędkością nawlekania. Klucz pozostaje u osoby upoważnionej; po zakończeniu prac należy bezwzględnie przełączyć z powrotem do położenia Automatyczny.

> **OSTRZEŻENIE**
> Ruchy robota i stołu obrotowego, gdy w trybie ustawiania w celi przebywają osoby. Może dojść do zgniecenia i uderzenia z poważnymi obrażeniami. Wchodzić do celi wyłącznie z pulpitem programowania w ręce, zabezpieczyć drzwi serwisowe przed zamknięciem osobistą kłódką założoną w zabezpieczeniu na kłódki i uruchamiać urządzenie zezwalające dopiero wtedy, gdy w zasięgu ruchu nie ma żadnej innej osoby.

Konserwacja (nie jest trybem pracy): mechaniczne, elektryczne i pneumatyczne prace konserwacyjne wykonuje się przy maszynie odłączonej od źródeł energii i zabezpieczonej przed ponownym uruchomieniem (wyłącznik główny zablokowany, układ sprężonego powietrza pozbawiony ciśnienia); patrz rozdział 10.

Pozostałe fazy cyklu życia, tj. transport i instalacja (rozdziały 5 i 8), czyszczenie (rozdział 10.2) i wyszukiwanie usterek (rozdział 10.4) oraz wycofanie z eksploatacji i demontaż (rozdział 11), opisano we wskazanych rozdziałach. Prace czyszczące należy zawsze wykonywać przy zatrzymanej maszynie odłączonej od źródeł energii.

9.4 Uruchamianie i przezbrajanie

Codzienne uruchamianie (przestrzegać kolejności):
1. Kontrola wzrokowa: ogrodzenie obwodowe z płytami wypełnienia i oknami obserwacyjnymi, kurtyna spawalnicza, kurtyna świetlna i drzwi serwisowe nieuszkodzone; w celi brak osób i przedmiotów obcych; obszar obsługi wolny; oświetlenie miejsca pracy działa (brak komunikatu o

awarii na panelu HMI); podest stojący dopasowany do własnego wzrostu.
2. Otworzyć zasilanie mediami: otworzyć zawór odcinający sprężonego powietrza (6 bar na zespole przygotowania powietrza), otworzyć dopływ gazu osłonowego (przepływ ok. 15 l/min), sprawdzić zapas drutu.
3. Włączyć wyłącznik główny; odczekać, aż układ sterowania zakończy sekwencję uruchamiania.
4. Kontrola działania kurtyny świetlnej za pomocą pręta testowego (przerwanie każdej strefy wiązek musi wywołać komunikat); raz w tygodniu dodatkowo kontrola działania jednego urządzenia zatrzymania awaryjnego (za każdym razem innego, patrz rozdział 10.2).
5. Sprawdzić gotowość odciągu do pracy (brak komunikatu o usterce na panelu HMI, wskaźnik różnicy ciśnień w zielonym zakresie); odciąg jest uruchamiany przez sterowanie procesem.
6. Wybrać program spawania na panelu HMI, potwierdzić komunikaty o usterkach, zezwolić na pracę instalacji przyciskiem Start cyklu.

Przezbrajanie i zmiana produktu (wyłącznie personel ustawiający): zmiana programu na panelu HMI; wymiana przyrządów mocujących przeznaczonych dla określonych przedmiotów wyłącznie przy zatrzymanej instalacji i obwodzie mocowania pozbawionym ciśnienia (najpierw otworzyć zaciski, następnie odciąć i odpowietrzyć sprężone powietrze, patrz rozdział 10.4); stosować wyłącznie przyrządy mocujące zatwierdzone przez producenta zgodnie z rozdziałem 3.1; po każdym przezbrojeniu przeprowadzić kontrolę pierwszej sztuki i udokumentować jej zatwierdzenie. Części zużywające się palnika (końcówka prądowa, dysza gazowa) wymieniać zgodnie z określoną trwałością.

Uczenie nowych programów (wyłącznie personel ustawiający): wyłącznie w trybie ustawiania z urządzeniem zezwalającym i ze zmniejszoną prędkością; nowe programy należy najpierw sprawdzić w trybie ustawiania przy zmniejszonej prędkości, a następnie w cyklu automatycznym bez przedmiotu; zwolnienie należy udokumentować.

9.5 Zatrzymywanie

Zatrzymanie podczas normalnej pracy (koniec zmiany):
1. Odczekać do zakończenia bieżącego cyklu; nie przerywać procesu spawania w jego trakcie.
2. Zdjąć gotowy przedmiot; przestawić instalację do położenia wyjściowego za pomocą panelu HMI.
3. Zapewnić wybieg odciągu (automatyczny wybieg trwający co najmniej 10 minut, wymaganie ochrony przeciwpożarowej z oceny ryzyka); następnie przeprowadzić kontrolę wzrokową obudowy filtra pod kątem nietypowego nagrzewania się lub zapachu spalenizny.
4. Zamknąć dopływ gazu osłonowego; przy dłuższym postoju zamknąć zawór odcinający sprężonego powietrza.
5. Wyłączyć wyłącznik główny. Przy przestojach weekendowych lub zakładowych dodatkowo zablokować wyłącznik główny.

Zatrzymanie awaryjne: uruchomić urządzenie zatrzymania awaryjnego. Wszystkie maszyny składowe zostają zatrzymane w sposób sterowany (kategoria zatrzymania 1); kolumna sygnalizacyjna przełącza się na kolor czerwony.

Ponowne uruchomienie po zatrzymaniu awaryjnym:
1. Ustalić i usunąć przyczynę sytuacji zagrożenia; upewnić się, że w celi nie przebywają żadne osoby.
2. Odblokować uruchomione urządzenie zatrzymania awaryjnego (przez obrót lub wyciągnięcie).
3. Potwierdzić na pulpicie sterowniczym; następnie zainicjować start cyklu. Przedmiot, przy którym proces spawania został przerwany, należy oznaczyć jako część do poprawki i skontrolować.

Zachowanie po zaniku zasilania: Po przywróceniu zasilania instalacja pozostaje zatrzymana dzięki blokadzie ponownego rozruchu. Przed potwierdzeniem należy sprawdzić stan instalacji (położenie przedmiotu, położenie palnika, ciśnienie mocowania); następnie potwierdzić i ponownie uruchomić jak po zatrzymaniu awaryjnym. Jeżeli palnik jest zakleszczony lub uległ kolizji, wezwać personel ustawiający. Uwolnienie uwięzionej osoby opisano w rozdziale 2.6.

Postępowanie w razie zaniku sprężonego powietrza: Zawór podtrzymujący ciśnienie utrzymuje przedmioty w stanie zamocowanym; presostat blokuje ruch obrotowy stołu obrotowego, a maszyna zatrzymuje się w sposób sterowany. Zatrzymać maszynę, przywrócić zasilanie sprężonym powietrzem (6 bar na zespole przygotowania powietrza) i zdjąć przedmiot dopiero po ponownym potwierdzeniu ciśnienia mocowania. Następnie potwierdzić i ponownie uruchomić jak po zatrzymaniu awaryjnym.

> **OSTRZEŻENIE**
> Pożar w obudowie filtra zespołu odciągu wywołany przez iskry i rozżarzone cząstki, możliwy również z opóźnieniem po zakończeniu zmiany. Może dojść do poważnych oparzeń i zatrucia dymem. W razie alarmu pożarowego nie otwierać obudowy filtra, opuścić strefę i wezwać straż pożarną.

Pożar w zespole odciągu: Jeżeli zadziała monitorowanie temperatury wkładu filtracyjnego albo czujka dymu lub CO, układ sterowania wyłącza wentylator odciągu, zamyka zmotoryzowane przepustnice odcinające i zatrzymuje celę w sposób sterowany. Natychmiast opuścić strefę, wezwać straż pożarną i poinformować przełożonego. Nie otwierać obudowy filtra, ponieważ napływające powietrze może rozniecić tlący się materiał w płomień; środek gaśniczy jest wprowadzany wyłącznie przez straż pożarną przez zamykany otwór wlotowy środka gaśniczego w obudowie filtra. Ponowne uruchomienie jest dozwolone dopiero po usunięciu usterki i wydaniu zgody przez dział utrzymania ruchu. Zespołu odciągu nie wolno eksploatować z uszkodzonym czujnikiem temperatury lub niesprawną przepustnicą odcinającą.

10 Konserwacja

Niniejszy rozdział jest skierowany do wykwalifikowanego personelu specjalistycznego odpowiedzialnego za konserwację zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600. Prace konserwacyjne należy wykonywać przy zatrzymanej maszynie. Przed pracami mechanicznymi, elektrycznymi i pneumatycznymi maszynę należy odłączyć od źródeł energii wyłącznikiem głównym, który można zablokować w położeniu wyłączenia, i zabezpieczyć przed ponownym uruchomieniem; zasilanie pneumatyczne należy pozbawić ciśnienia. Przed pracami przy zaciskach należy najpierw otworzyć zaciski, ponieważ zawór podtrzymujący ciśnienie zamyka ciśnienie mocowania w siłowniku; następnie należy odciąć i odpowietrzyć sprężone powietrze oraz sprawdzić, czy wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar. Jeżeli zacisku nie można otworzyć, ciśnienie należy usunąć w sposób kontrolowany za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie (procedura, patrz rozdział 10.4). Kontrole działania urządzeń ochronnych zgodnie z rozdziałem 10.2 przeprowadza się przy włączonej maszynie, spoza celi. Ponadto należy przestrzegać dokumentacji producentów zakupionych komponentów, w szczególności instrukcji montażu producenta robota oraz dokumentacji źródła prądu spawania MAG, podajnika drutu, stacji czyszczenia palnika i układu odciągu dymów spawalniczych.

NIEBEZPIECZEŃSTWO

Napięcie elektryczne 400 V w szafie sterowniczej i w źródle prądu spawania. Dotknięcie części pod napięciem spowoduje śmierć lub poważne obrażenia. Prace przy wyposażeniu elektrycznym mogą wykonywać wyłącznie wykwalifikowani elektrycy; przed ich rozpoczęciem wyłączyć i zablokować wyłącznik główny, odczekać co najmniej 1 minutę na rozładowanie źródła prądu spawania (napędy robota: czas oczekiwania podany przez producenta robota) i sprawdzić brak napięcia.

10.1 Rejestr konserwacji

Wszystkie wykonane prace kontrolne, konserwacyjne i naprawcze należy dokumentować w sposób umożliwiający ich prześledzenie. Rejestr konserwacji służy jako dowód prawidłowej konserwacji zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600 i należy go przechowywać przez cały okres użytkowania maszyny. Dla każdej czynności należy wpisać do rejestru konserwacji co najmniej następujące informacje: datę, wykonane prace, użyte części zamienne i materiały eksploatacyjne, nazwisko osoby z personelu specjalistycznego wykonującej prace oraz ewentualne stwierdzone nieprawidłowości. Istotne dla bezpieczeństwa kontrole osłon i urządzeń ochronnych, takich jak kurtyna świetlna, drzwi serwisowe z ryglowaniem i obwód zatrzymania awaryjnego, należy odnotowywać oddzielnie. Formularz rejestru konserwacji (RSZ-2600-WNW-001) jest dostarczany wraz z maszyną (patrz rozdział 12); alternatywnie można stosować równoważny system zakładowy (np. oprogramowanie do zarządzania konserwacją). Rejestr konserwacji należy przechowywać co najmniej do wycofania maszyny z eksploatacji; odpowiada za to użytkownik maszyny.

10.2 Plan kontroli i konserwacji

Plan kontroli i konserwacji określa, jakie czynności należy wykonywać przy maszynie i w jakich odstępach czasu. W przypadku zakupionych komponentów dodatkowo obowiązują wymagania konserwacyjne zawarte w dokumentacji danego producenta.

Codziennie (operator): kontrola wzrokowa osłon i urządzeń ochronnych; kontrola działania kurtyny świetlnej za pomocą pręta testowego; kontrola wydajności odciągu (wskaźnik różnicy ciśnień), przepływu gazu osłonowego i ciśnienia sprężonego powietrza; sprawdzić dysze palnika pod kątem osadów rozprysków; sprawdzić węże gazu osłonowego, przewody spawalnicze i masowe oraz zacisk masowy pod kątem uszkodzeń i pewnego osadzenia; sprawdzić działanie oświetlenia miejsca pracy; oczyścić obszar roboczy i usunąć rozpryski z podłogi na stanowisku załadunku.

Co tydzień (operator/personel ustawiający): kontrola działania zatrzymania awaryjnego (naprzemiennie dla poszczególnych urządzeń zatrzymania awaryjnego); sprawdzić końcówkę prądową i dyszę gazową palnika, w razie zużycia wymienić; oczyścić rolki podające drut i prowadnicę drutu; spuścić kondensat z zespołu przygotowania powietrza; sprawdzić kurtynę spawalniczą, płyty wypełnienia ogrodzenia obwodowego i okna obserwacyjne pod kątem uszkodzeń.

Co miesiąc (personel ustawiający/personel konserwacyjny): oczyścić stację czyszczenia palnika i uzupełnić środek natryskowy; sprawdzić szczelność złączek i węży pneumatycznych; skontrolować wkład filtracyjny odciągu, wymienić go, jeżeli różnica ciśnień znajduje się w czerwonym zakresie; kontrola działania ryglowania, odblokowania awaryjnego i zabezpieczenia na kłódki drzwi serwisowych; sprawdzić przewody robota i pakiet przewodów pod kątem miejsc przetarcia; opróżnić wstępny separator iskier zespołu odciągu (z pyłem postępować jak przy wymianie wkładu filtracyjnego); sprawdzić poziom chłodziwa w agregacie chłodzącym i w razie potrzeby uzupełnić chłodziwo zgodnie z danymi producenta palnika.

Co pół roku (personel konserwacyjny): udokumentowana kontrola działania wszystkich funkcji bezpieczeństwa (SF-01 do SF-05) zgodnie z załączonym planem badań funkcji bezpieczeństwa (RSZ-2600-PPS-001, patrz rozdział 12); sprawdzić zakotwienie cokołu robota i stołu obrotowego (momenty dokręcania); kontrola wzrokowa wyposażenia elektrycznego; kontrola wzrokowa zakończeń ekranów i połączeń wyrównawczych; pomiar izolacji obwodu spawania przez wykwalifikowanego elektryka; kontrola działania czujnika temperatury i przepustnic odcinających oraz czujek dymu i CO zespołu odciągu.

Co rok (producent): przegląd główny zgodnie z umową serwisową, w tym konserwacja robota zgodnie z danymi producenta (smarowanie przekładni, baterie sterownika robota), kontrola kalibracji robota, badanie blokady i ryglowania zgodnie z EN ISO 14119, ponowne obliczenie lub sprawdzenie odległości bezpieczeństwa kurtyny świetlnej zgodnie z EN ISO 13855, badanie źródła prądu spawania zgodnie z EN 60974-4.

> **OSTRZEŻENIE**
> Pył z dymów spawalniczych podczas wymiany wkładu filtracyjnego. Wdychanie może spowodować trwałe uszkodzenie dróg oddechowych. Nosić półmaskę filtrującą FFP3 do ochrony przed cząstkami zgodnie z EN 149, gogle ochronne i rękawice jednorazowe; nie wzbijać pyłu.

Wymiana wkładu filtracyjnego (personel konserwacyjny): odczekać do zakończenia wybiegu odciągu, następnie odłączyć maszynę od źródeł energii; za pomocą systemu wymiany bag-in/bag-out obudowy filtra wyjąć nasycony wkład do worka wymiennego i natychmiast szczelnie zamknąć worek; obudowę filtra oczyścić odkurzaczem przemysłowym klasy pyłu H zgodnie z EN 60335-2-69, nie przedmuchiwać jej i nie zamiatać; założyć nowy wkład klasy dymów spawalniczych W3 i sprawdzić prawidłowe osadzenie uszczelki; po ponownym włączeniu sprawdzić wskaźnik różnicy ciśnień; utylizacja zgodnie z rozdziałem 11.3.

Czyszczenie celi (personel ustawiający/personel konserwacyjny): wyłącznie przy maszynie odłączonej od źródeł energii i zabezpieczonej przed ponownym uruchomieniem; rozpryski usuwać mechanicznie; pył zbierać odkurzaczem przemysłowym klasy pyłu H, nie zdmuchiwać go sprężonym powietrzem i nie zamiatać; nie stosować palnych środków czyszczących; okna obserwacyjne i szyby czołowe kurtyny świetlnej czyścić miękką ściereczką; po czyszczeniu przeprowadzić kontrolę działania kurtyny świetlnej.

Dodatkowo obowiązują ustawowe obowiązki użytkownika maszyny w zakresie badań wynikające z niemieckiego rozporządzenia w sprawie bezpieczeństwa użytkowania sprzętu roboczego (BetrSichV) oraz przepisu DGUV Vorschrift 3 (niemiecki przepis ubezpieczenia wypadkowego dotyczący instalacji i urządzeń elektrycznych) (badanie okresowe wyposażenia elektrycznego). Uszkodzone lub zużyte elementy osłon i urządzeń ochronnych należy naprawić lub wymienić, zanim maszyna zostanie ponownie przekazana do eksploatacji.

10.3 Plan smarowania

Plan smarowania określa, które punkty smarowania maszyny należy smarować, w jakich odstępach czasu i jakimi środkami smarnymi:

- Przekładnie robota (osie 1 do 6): smarowanie wyłącznie w ramach corocznego serwisu producenta zgodnie z danymi producenta robota (smar przekładniowy zgodnie z dokumentacją robota).
- Wieniec obrotowy i łożyskowanie stołu obrotowego: smarować co pół roku smarem wielofunkcyjnym KP2K-30 zgodnie z DIN 51502 (2 smarowniczki na ramie podstawy, po ok. 10 g).
- Prowadnice i przeguby pneumatycznych zacisków przedmiotu: co miesiąc nanosić cienką warstwę bezkwasowego oleju maszynowego; nie stosować nadmiernych ilości (osady rozprysków).
- Zawiasy i blokada drzwi serwisowych: smarować co pół roku smarem wielofunkcyjnym.
- Stacja czyszczenia palnika: co miesiąc uzupełniać zbiornik środka natryskowego (bezsilikonowy środek przeciwrozpryskowy).

Komponenty pneumatyczne są przystosowane do pracy z powietrzem bezolejowym i nie wolno ich olejować. Stosować wyłącznie podane środki smarne lub równoważne środki smarne zatwierdzone przez producenta. Zużyte materiały eksploatacyjne i środki smarne należy utylizować prawidłowo i w sposób przyjazny dla środowiska zgodnie z rozdziałem 11.3. Na czas wszystkich prac smarowniczych maszynę należy odłączyć od źródeł energii; nosić odpowiednie rękawice ochronne.

10.4 Wyszukiwanie usterek

Diagnostyka: komunikaty o usterkach odczytuje się spoza celi, przy włączonej maszynie, na panelu HMI, kolumnie sygnalizacyjnej i wskaźnikach. Interwencje wewnątrz celi przy włączonej maszynie (np. odsunięcie robota lub sprawdzenie toru programu) są dozwolone wyłącznie dla personelu ustawiającego w trybie ustawiania z urządzeniem zezwalającym i z bezpiecznie zmniejszoną prędkością. Dostęp odbywa się wyłącznie przez drzwi serwisowe; każda wchodząca osoba zabezpiecza drzwi swoją osobistą kłódką w zabezpieczeniu na kłódki. Prace mechaniczne, elektryczne i pneumatyczne rozpoczyna się dopiero po odłączeniu od źródeł energii: przy pracach przy zaciskach najpierw zdjąć przedmiot i otworzyć zaciski; wyłączyć i zablokować wyłącznik główny (LOTO); odciąć sprężone powietrze na zaworze odcinającym serwisowym, odczekać do zakończenia odpowietrzania, sprawdzić, czy wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar, i zabezpieczyć zawór kłódką; odczekać co najmniej 1 minutę na rozładowanie źródła prądu spawania; dla napędów robota obowiązuje czas oczekiwania podany przez producenta robota.

> **OSTRZEŻENIE**
> Nieoczekiwane uruchomienie robota i stołu obrotowego oraz zgromadzone sprężone powietrze w obwodzie mocowania podczas wyszukiwania usterek. Może dojść do zgniecenia z poważnymi obrażeniami. Przed wejściem do celi zatrzymać maszynę i zabezpieczyć drzwi serwisowe swoją osobistą kłódką. Przed pracami przy zaciskach najpierw otworzyć zaciski, ponieważ zawór podtrzymujący ciśnienie zamyka ciśnienie mocowania w siłowniku. Następnie odciąć i odpowietrzyć sprężone powietrze i sprawdzić, czy wskaźnik ciśnienia resztkowego pokazuje 0 bar. Jeżeli zacisku nie można otworzyć, usunąć ciśnienie w sposób kontrolowany za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie.

Usterka	Możliwa przyczyna	Sposób usunięcia
Instalacja nie uruchamia się w trybie automatycznym	Obwód bezpieczeństwa otwarty (drzwi serwisowe, kurtyna świetlna), uruchomione zatrzymanie awaryjne	Zamknąć drzwi serwisowe, zwolnić pole ochronne kurtyny świetlnej, odblokować urządzenie zatrzymania awaryjnego, potwierdzić na pulpicie sterowniczym
Kurtyna świetlna reaguje bez widocznej przyczyny	Zanieczyszczenie lub nieprawidłowe ustawienie optyki	Oczyścić szyby czołowe nadajnika i odbiornika, sprawdzić ustawienie (wskaźnik ustawienia), następnie przeprowadzić kontrolę działania
Stół obrotowy nie obraca się	Ciśnienie mocowania poniżej wartości zadanej, czujnik obecności przedmiotu nie reaguje, pole ochronne zajęte	Sprawdzić zasilanie sprężonym powietrzem (6,0 bar), sprawdzić zamocowanie przedmiotu, zwolnić obszar obrotu
Zanik sprężonego powietrza (spadek ciśnienia mocowania, komunikat o usterce na panelu HMI)	Awaria zakładowego zasilania sprężonym powietrzem, zamknięty zawór odcinający, nieszczelność w obwodzie mocowania	Zatrzymać maszynę; zawór podtrzymujący ciśnienie utrzymuje przedmioty w stanie zamocowanym. Przywrócić zasilanie sprężonym powietrzem (6,0 bar), sprawdzić szczelność, zdjąć przedmiot dopiero po potwierdzeniu ciśnienia mocowania, następnie potwierdzić na pulpicie sterowniczym
Ryglowanie drzwi serwisowych nie zwalnia	Robot lub stół obrotowy nie osiągnął jeszcze bezpiecznego bezruchu, łuk jeszcze nie zgasł	Odczekać do pełnego zatrzymania (wskazanie na pulpicie sterowniczym), następnie ponownie zażądać zwolnienia
Wadliwa spoina (rozpryski, porowatość)	Zakłócenie podawania drutu, niewystarczająca ilość gazu osłonowego, zużyta dysza palnika	Sprawdzić podawanie drutu i przepływ gazu, wymienić dyszę/końcówkę prądową, sprawdzić parametry spawania
Niewystarczający odciąg / komunikat o usterce	Nasycony wkład filtracyjny, przesunięty okap wychwytujący	Wymienić wkład filtracyjny (klasa dymów spawalniczych W3, procedura zgodnie z rozdziałem 10.2, utylizacja jako odpady niebezpieczne zgodnie z rozdziałem 11.3), skorygować położenie okapu
Robot zatrzymuje się z komunikatem o kolizji	Zadziałało sprzęgło antykolizyjne na palniku lub wykrywanie kolizji robota (monitorowanie momentu obrotowego/prądu)	Usunąć przyczynę w przestrzeni roboczej, sprawdzić palnik i sprzęgło antykolizyjne pod kątem uszkodzeń, sprawdzić tor

Usterka	Możliwa przyczyna	Sposób usunięcia
		programu, potwierdzić komunikat na pulpicie programowania
Zdejmowanie pozostaje zablokowane, świeci czerwona lampka sygnalizacyjna na stanowisku odbioru	Trwa czas blokady stygnięcia programu spawania	Odczekać do upływu czasu blokady stygnięcia; nie obchodzić czasu blokady
Komunikat o usterce chłodzenia palnika lub brak zezwolenia na wymianę palnika	Zbyt niski poziom chłodziwa, uszkodzony agregat chłodzący, szyjka palnika jest jeszcze zbyt gorąca	Sprawdzić i uzupełnić poziom chłodziwa, sprawdzić agregat chłodzący i pakiet przewodów; palnik wymieniać dopiero po pojawieniu się wskazania zezwolenia na panelu HMI
Nadmierna temperatura lub alarm pożarowy zespołu odciągu	Rozżarzone cząstki w filtrze; zadziałał czujnik temperatury, czujka dymu lub czujka CO	Postępować zgodnie z rozdziałem 9.5 (Pożar w zespole odciągu); nie otwierać obudowy filtra
Komunikat: awaria oświetlenia miejsca pracy	Uszkodzona oprawa oświetleniowa	Przerwać pracę w danym obszarze, zlecić naprawę oprawy wykwalifikowanemu elektrykowi

Jeżeli usterki nie można usunąć za pomocą tych środków, należy skontaktować się z producentem (dane kontaktowe, patrz rozdział 12.1). Nieuprawnione ingerencje w funkcje bezpieczeństwa są niedozwolone.

11 Demontaż i utylizacja

Niniejszy rozdział opisuje zasady ostatecznego wycofania z eksploatacji, demontażu i przyjaznej dla środowiska utylizacji zrobotyzowanej celi spawalniczej RSZ-2600. Demontaż jest odrębną fazą cyklu życia maszyny i może go wykonywać wyłącznie przeszkolony, wykwalifikowany personel. Należy również przestrzegać informacji zawartych w powiązanych dokumentach technicznych, w szczególności na rysunku zestawieniowym i rysunku poglądowym oraz na schematach elektrycznych i pneumatycznych.

11.1 Wskazówki bezpieczeństwa dotyczące demontażu

> **OSTRZEŻENIE**
> Zgromadzona energia (energia elektryczna, sprężone powietrze, poruszające się masy) oraz substancje niebezpieczne i pozostałości z procesu spawania. Może dojść do śmierci lub poważnych obrażeń. Przed demontażem odłączyć maszynę od źródeł energii, odczekać do upływu czasu rozładowania, odpowietrzyć układ pneumatyczny i zablokować ruchome zespoły w ich położeniu.

Przed rozpoczęciem prac demontażowych maszynę należy bezpiecznie zatrzymać i odłączyć od zasilania energią na wszystkich biegunach: wyłączyć wyłącznik główny i zablokować go kłódką w położeniu wyłączenia; zlecić wykwalifikowanemu elektrykowi odłączenie przewodu zasilającego, zabezpieczyć go przed ponownym załączeniem, sprawdzić brak napięcia, uziemić i zewrzeć oraz osłonić sąsiednie części znajdujące się pod napięciem (pięć zasad bezpieczeństwa zgodnie z EN 50110-1). Przed otwarciem źródła prądu spawania i szafy sterowniczej odczekać co najmniej 1 minutę (zmierzony czas rozładowania źródła prądu spawania: 1,9 s do ≤ 60 V; czas oczekiwania obejmuje zapas bezpieczeństwa); dla napędów robota obowiązuje czas oczekiwania podany przez producenta robota.

Układ pneumatyczny należy pozbawić ciśnienia: przed odłączeniem maszyny od źródeł energii otworzyć zaciski przedmiotu, ponieważ zawór podtrzymujący ciśnienie zamyka ciśnienie mocowania w siłowniku; następnie zamknąć zawór odcinający serwisowy, odpowietrzyć układ przez położenie odpowietrzania zaworu i sprawdzić na wskaźniku ciśnienia resztkowego, czy ciśnienie zostało usunięte. Jeżeli zacisku nie można otworzyć, usunąć zamknięte ciśnienie w sposób kontrolowany za pomocą ręcznego sterowania awaryjnego zaworu podtrzymującego ciśnienie.

Ruchome zespoły, w których może być zgromadzona energia potencjalna, należy przed poluzowaniem zamocowań zabezpieczyć przed niezamierzonym ruchem: przemieścić robota do położenia transportowego i zablokować go przechowywaną blokadą transportową; zablokować stół obrotowy sworzniem blokującym osi obrotu.

Do przenoszenia i demontażu ciężkich zespołów stosować odpowiednie urządzenia dźwignicowe i środki transportu oraz środki ochrony indywidualnej. Masy i punkty zawieszenia zespołów: patrz rozdziały 5.2 i 5.3.

11.2 Kolejność demontażu

Demontaż przeprowadza się w kolejności odwrotnej do montażu (rozdział 8.2):
1. Odłączyć media: gaz osłonowy, sprężone powietrze i przyłącze odciągu; opróżnić i oznaczyć przewody.
2. Zlecić wykwalifikowanemu elektrykowi odłączenie i oznaczenie przyłączy elektrycznych; odłączyć przewód zasilający.
3. Zdemontować kurtynę świetlną, drzwi serwisowe i segmenty ogrodzenia obwodowego.
4. Zdemontować źródło prądu spawania z agregatem chłodzącym, podajnik drutu, stację czyszczenia palnika i zespół odciągu.
5. Zablokować robota w położeniu transportowym, poluzować zakotwienie, podnieść robota wraz z cokołem.
6. Zablokować stół obrotowy, poluzować zakotwienie, podnieść stół obrotowy; na końcu zdemontować szafę sterowniczą i pulpit sterowniczy.
Momenty dokręcania i odkręcania połączeń należy przyjąć z rysunku zestawieniowego i dokumentacji montażowej. W przypadku tymczasowego przechowywania lub dalszego transportu obowiązują rozdziały 5 i 6.

11.3 Oddzielanie i utylizacja materiałów eksploatacyjnych

Przed segregacją materiałów wszystkie materiały eksploatacyjne i pomocnicze należy prawidłowo spuścić, zebrać i oddzielić. W szczególności należy uwzględnić: smary plastyczne z wieńca obrotowego stołu obrotowego i przekładni robota; środek przeciwrozpryskowy ze stacji czyszczenia palnika; chłodziwo z agregatu chłodzącego i pakietu przewodów palnika spawalniczego chłodzonego wodą (zebrać je i zutylizować zgodnie z kartą charakterystyki, nie odprowadzać do kanalizacji); resztki drutu spawalniczego; wkład filtracyjny zespołu odciągu dymów spawalniczych oraz pyły z dymów spawalniczych osadzone w obudowie, wstępnym separatorze iskier i rurociągach.

> **OSTRZEŻENIE**
> Pył z dymów spawalniczych we wkładzie filtracyjnym i w osadach pyłu w zespole odciągu. Wdychanie może spowodować trwałe uszkodzenie dróg oddechowych. Podczas postępowania z wkładem filtracyjnym nosić półmaskę filtrującą FFP3 do ochrony przed cząstkami zgodnie z EN 149 i rękawice jednorazowe; nie wzbijać pyłu. Wkład filtracyjny i osady pyłu utylizować w pyłoszczelnym opakowaniu jako odpady niebezpieczne (kod 15 02 02* europejskiego wykazu odpadów, w Niemczech AVV 15 02 02*: materiały filtracyjne zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi, lub zgodnie z klasyfikacją przedsiębiorstwa odbierającego odpady).

Materiały eksploatacyjne, pozostałości filtracyjne i elementy zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi nie mogą trafić do odpadów komunalnych ani do środowiska. Materiały te należy zbierać oddzielnie i utylizować za pośrednictwem uprawnionego zakładu zagospodarowania odpadów. Obowiązują karty charakterystyki stosowanych substancji oraz wymagania właściwego regionalnie uprawnionego przedsiębiorstwa gospodarki odpadami.

11.4 Segregacja materiałów i recykling

Po usunięciu materiałów eksploatacyjnych zespoły należy zdemontować, a materiały posegregować według rodzaju:

- Stal i żeliwo (ogrodzenie obwodowe z płytami wypełnienia, ramy, stół obrotowy, cokół): odzysk złomu metalowego
- Metale nieżelazne (kable miedziane, przewody spawalnicze, końcówki prądowe): zbiórka selektywna
- Sprzęt elektryczny i elektroniczny (układy sterowania, napędy, HMI, czujniki, źródło prądu spawania): zbiórka selektywna i utylizacja jako zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny za pośrednictwem uprawnionych punktów zbiórki i zakładów odzysku
- Baterie i akumulatory (baterie buforowe sterownika robota): system odbioru baterii
- Tworzywa sztuczne (osłony, węże, kurtyna): odzysk materiałowy lub energetyczny
- Opakowania i materiały izolacyjne: lokalne systemy odzysku

Podczas demontażu i utylizacji należy przestrzegać przepisów ustawowych i wykonawczych obowiązujących w miejscu ustawienia. W razie wątpliwości materiały i materiały eksploatacyjne należy utylizować za pośrednictwem uprawnionego przedsiębiorstwa gospodarki odpadami; utylizację należy udokumentować.

12 Rysunki i pozostałe informacje

Wraz z maszyną dostarczane są następujące dokumenty:

- Plan ustawienia (RSZ-2600-LAY-001)
- Schematy obwodów wyposażenia elektrycznego (RSZ-2600-EPL-001)
- Schemat pneumatyczny (RSZ-2600-PPL-001)
- Wykaz części zamiennych (RSZ-2600-ET-001)
- Plan badań funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 (RSZ-2600-PPS-001)
- Formularz rejestru konserwacji (RSZ-2600-WNW-001)
- Deklaracja zgodności UE

Przy przekazaniu maszyny użytkownik maszyny otrzymuje protokół odbioru z pierwszego uruchomienia z wersjami referencyjnymi i sumami kontrolnymi oprogramowania istotnego dla bezpieczeństwa (program sterownika PLC bezpieczeństwa, konfiguracja bezpieczeństwa sterownika robota, parametryzacja kurtyny świetlnej; patrz rozdział 13.2).

12.1 Rysunki i części zamienne

Plan ustawienia (RSZ-2600-LAY-001) jest dostarczany wraz z maszyną. Rysunek zestawieniowy i rysunki złożeniowe (zestaw rysunków RSZ-2600-ZG-001 i nast.) producent udostępnia na żądanie na potrzeby konserwacji i zamawiania części zamiennych.

Części zamienne i części zużywające się: wolno stosować wyłącznie oryginalne części zamienne lub równoważne części zatwierdzone przez producenta. Główne części zużywające się: końcówki prądowe i dysza gazowa palnika spawalniczego, rolki podające drut, wkład prowadzący drut, kurtyna spawalnicza, wkład filtracyjny odciągu, szczotki płyty cokołowej oraz zestawy uszczelek do pneumatycznych zacisków. Informacje dotyczące zamawiania: załączony wykaz części zamiennych RSZ-2600-ET-001; przy składaniu zamówień zawsze podawać typ i numer seryjny maszyny.

Kontakt w sprawie części zamiennych i zapytań technicznych: Muster Maschinenbau GmbH, Beispielstraße 1, 12345 Musterstadt, Niemcy, e-mail service@muster-maschinenbau.example.

12.2 Dokumentacja elektryczna

Wraz z maszyną dostarczana jest dokumentacja elektryczna zgodna z EN 60204-1: schematy obwodów (schemat elektryczny RSZ-2600-EPL-001), wykazy zacisków i przewodów, rysunek rozmieszczenia aparatury w szafie sterowniczej, wykaz materiałów wyposażenia elektrycznego, dokumentacja programów sterownika PLC i sterownika PLC bezpieczeństwa z listą sygnałów, a także sprawozdania z badań przewodu ochronnego i pomiaru izolacji. Jeden egzemplarz schematów obwodów jest przechowywany w szafie sterowniczej. Zmiany w instalacji elektrycznej mogą wykonywać wyłącznie wykwalifikowani elektrycy i wyłącznie za zgodą producenta; w przypadku wprowadzenia zmian rysunki należy odpowiednio zaktualizować.

12.3 Potwierdzenie oceny ryzyka

Ocena ryzyka według EN ISO 12100 obejmująca wszystkie zagrożenia (42), ich ocenę oraz zastosowane środki ochronne jest częścią dokumentacji technicznej producenta. Jest ona przedkładana organom nadzoru rynku na uzasadnione żądanie. Zagrożenia resztkowe istotne dla eksploatacji oraz wynikające z nich wskazówki znajdują się w rozdziale „Bezpieczeństwo”.

13 Cyberbezpieczeństwo

Niniejszy rozdział jest przeznaczony dla użytkownika maszyny oraz dla specjalistów odpowiedzialnych za sieci i konserwację. Opisano w nim, w jaki sposób zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600 jest włączana do sieci użytkownika maszyny, jak sprawdza się wersję oprogramowania oraz jak przebiegają zdalna konserwacja i aktualizacje. Jeżeli interwencja w sterowniku wpływa na funkcję bezpieczeństwa, obowiązują również wskazówki zawarte w rozdziale 2 (Bezpieczeństwo).

13.1 Włączenie do sieci użytkownika maszyny

Celę podłączać do sieci użytkownika maszyny wyłącznie przez dostarczoną bramę. Nie podłączać żadnych dalszych urządzeń ani sieci do sieci celi wewnątrz szafy sterowniczej.

- Bramę umieścić w wydzielonym segmencie sieci przeznaczonym dla urządzeń produkcyjnych, a nie w sieci biurowej.
- Zezwolić wyłącznie na połączenia potrzebne celi: OPC UA z systemu MES do celi oraz połączenie VPN z serwerem zdalnej konserwacji producenta.
- Nie konfigurować bezpośredniego połączenia sterownika z internetem.
- Reguły zapory sieciowej zmieniać wyłącznie po konsultacji z producentem.

13.2 Wersja oprogramowania i dowody ingerencji

Wersja i suma kontrolna oprogramowania istotnego dla bezpieczeństwa są wyświetlane na panelu HMI w menu „Info” i można je sprawdzić bez logowania. Oprogramowanie istotne dla bezpieczeństwa obejmuje program sterownika PLC bezpieczeństwa, konfigurację bezpieczeństwa sterownika robota oraz parametryzację kurtyny świetlnej; wersje referencyjne i sumy kontrolne są zapisane w protokole odbioru. Po każdej interwencji, aktualizacji i wymianie urządzenia porównać je z protokołem odbioru. Dziennik zdarzeń zawiera logowania, zmiany parametrów, wgrania oprogramowania i sesje zdalnej konserwacji ze znacznikiem czasu i użytkownikiem. Jeżeli wartości się różnią, nie zezwalać na tryb automatyczny i poinformować producenta.

13.3 Zdalna konserwacja

W stanie dostawy zdalna konserwacja jest wyłączona. Sesję można uaktywnić wyłącznie przełącznikiem kluczykowym zdalnej konserwacji na pulpicie sterowniczym i kończy się ona automatycznie po czterech godzinach; gdy sesja jest aktywna, panel HMI wyświetla komunikat „Zdalna konserwacja aktywna”. Na miejscu musi być dostępna osoba odpowiedzialna. W przypadku podejrzenia nieuprawnionego dostępu natychmiast zakończyć sesję przełącznikiem kluczykowym zdalnej konserwacji i poinformować producenta za pośrednictwem adresu kontaktowego do zgłoszeń dotyczących bezpieczeństwa.

13.4 Aktualizacje

W okresie wsparcia do marca 2039 r. producent udostępnia w portalu klienta aktualizacje zabezpieczeń oprogramowania sterowania, panelu HMI i bramy wraz z informacjami o wydaniu i sumą kontrolną. Producent informuje zarejestrowane osoby kontaktowe o nowych aktualizacjach pocztą elektroniczną; komunikaty o bezpieczeństwie są również publikowane pod adresem https://www.muster-maschinenbau.example/security/advisories. Aby zainstalować aktualizację:

- Pobrać aktualizację z portalu klienta i porównać sumę kontrolną z informacjami o wydaniu.
- Zatrzymać celę, wybrać tryb ustawiania, pozostawić drzwi serwisowe zamknięte i zainstalować aktualizację przez USB na panelu HMI lub w sesji zdalnej konserwacji uaktywnionej na miejscu.
- Następnie porównać wersję i sumę kontrolną w menu „Info” z informacjami o wydaniu i zapisać je w protokole odbioru jako nowe wartości referencyjne.
- Przed zezwoleniem na tryb automatyczny przeprowadzić i udokumentować badanie funkcjonalne wszystkich funkcji bezpieczeństwa SF-01 do SF-05 zgodnie z załączonym planem badań RSZ-2600-PPS-001 (patrz rozdziały 10.2 i 12).

13.5 Przechowywanie dzienników

Sterownik chroni dziennik zdarzeń przed usunięciem i modyfikacją oraz przechowuje wgrane oprogramowanie wraz z powiązanymi danymi do pięciu lat od wgrania. Dziennik można wyeksportować w czytelnej postaci na panelu HMI. Dopilnować, aby data i godzina sterownika były prawidłowe, w przeciwnym razie znaczników czasu nie można wykorzystać. W razie przekazania celi przekazać dzienniki nowemu użytkownikowi maszyny, a na uzasadniony wniosek udostępnić je organowi.

13.6 Informacje o cyberbezpieczeństwie

Ta sekcja zawiera informacje producenta dotyczące cyberbezpieczeństwa maszyny.

Maszyna posiada następujące interfejsy cyfrowe:

Tabela 6: Interfejsy cyfrowe maszyny

Interfejs	Protokół	Połączenie	Aktualizacja
Sieć celi do robota, stołu obrotowego i źródła prądu spawania (Sieć / magistrala polowa / integracja liniowa)	PROFINET IO z PROFIsafe	Wyłącznie na miejscu przy maszynie	Na miejscu przez personel serwisowy
Połączenie z systemem MES użytkownika maszyny (Sieć / magistrala polowa / integracja liniowa)	OPC UA (Sign & Encrypt) przez Ethernet	Sieć instalacji	Na miejscu przez personel serwisowy
Zdalna konserwacja przez bramę VPN (Dostęp zdalny / zdalna konserwacja)	IPsec VPN przez łącze internetowe użytkownika maszyny	Połączenie przez internet	Zdalnie
Panel HMI na pulpicie sterowniczym (Panel operatorski (HMI) z zarządzaniem użytkownikami i parametrami)	Obsługa dotykowa z rolami i kontami użytkowników	Wyłącznie na miejscu przy maszynie	Na miejscu przez personel serwisowy
Port USB na panelu HMI (USB / nośniki wymienne)	USB 2.0 do kopii zapasowych i importu programów	Wyłącznie na miejscu przy maszynie	Za pomocą nośników wymiennych
Dostęp programistyczny do sterownika PLC bezpieczeństwa i sterownika robota (Dostęp inżynierski / programistyczny)	Port inżynierski (Ethernet) w szafie sterowniczej	Wyłącznie na miejscu przy maszynie	Na miejscu przez personel serwisowy

Nazwa i dane kontaktowe producenta

Muster Maschinenbau GmbH

Beispielstraße 1, 12345 Musterstadt, Niemcy

service@muster-maschinenbau.example

https://www.muster-maschinenbau.example

Pojedynczy punkt kontaktowy ds. podatności i polityka ujawniania

Zgłaszanie podatności: security@muster-maschinenbau.example

Polityka skoordynowanego ujawniania podatności: https://www.muster-maschinenbau.example/security/disclosure

Jednoznaczna identyfikacja produktu

Oznaczenie produktu: Zrobotyzowana cela spawalnicza RSZ-2600

Typ: RSZ-2600

Dodatkowe dane identyfikacyjne: Numer seryjny na tabliczce znamionowej na prawej ścianie bocznej szafy sterowniczej; wersja oprogramowania na panelu HMI w menu „Info”

Przeznaczenie, środowisko bezpieczeństwa i właściwości w zakresie bezpieczeństwa

Przeznaczenie: Zrobotyzowane spawanie MAG zespołów stalowych o masie do 40 kg w produkcji seryjnej, instalacja stacjonarna w hali produkcyjnej.

Środowisko bezpieczeństwa przewidziane przez producenta: Eksploatacja w sieci produkcyjnej oddzielonej od sieci biurowej i internetu; połączenie z systemem MES wyłącznie przez dostarczoną bramę; zdalna konserwacja wyłącznie przez bramę VPN po jej uaktywnieniu na pulpicie sterowniczym; szafa sterownicza i porty programowania zamknięte.

Funkcje główne: Sterowanie robotem, stołem obrotowym, procesem spawania i odciągiem dymów; przyjmowanie zleceń i przesyłanie danych produkcyjnych przez OPC UA; kopie zapasowe przez USB; zdalna konserwacja przez producenta.

Właściwości w zakresie bezpieczeństwa: Osobiste konta użytkowników z rolami; szyfrowane i podpisywane połączenie OPC UA; VPN z logowaniem wieloskładnikowym; dziennik zdarzeń rejestrujący logowania, zmiany parametrów i sesje zdalnej konserwacji; wersja i suma kontrolna oprogramowania związanego z bezpieczeństwem na panelu HMI; brak zdalnego dostępu do sterownika bezpieczeństwa.

Okoliczności, które mogą prowadzić do znaczących ryzyk dla cyberbezpieczeństwa

Bezpośrednie podłączenie sieci celi do sieci biurowej lub internetu; zdalna konserwacja pozostawiona na stałe uaktywniona; wspólne hasła; pliki z nieznanych źródeł przez USB; niezainstalowane aktualizacje zabezpieczeń; dalsza eksploatacja po zakończeniu okresu wsparcia.

Techniczne wsparcie w zakresie bezpieczeństwa i data zakończenia okresu wsparcia

Rodzaj wsparcia technicznego w zakresie bezpieczeństwa: Aktualizacje zabezpieczeń oprogramowania sterowania, panelu HMI i bramy przez portal klienta; komunikaty o bezpieczeństwie pocztą elektroniczną; wsparcie serwisu producenta przy włączaniu celi do sieci użytkownika maszyny.

Koniec okresu wsparcia: 03/2039

Szczegółowe instrukcje

a) Bezpieczne uruchomienie i użytkowanie: Przy pierwszym logowaniu zmienić hasło początkowe (sterownik to wymusza) i utworzyć osobiste konta dla wszystkich operatorów; włączyć bramę zgodnie z planem sieci producenta i zezwolić wyłącznie na OPC UA do systemu MES oraz na połączenie VPN z producentem; zapisać kopię zapasową odebranej konfiguracji i wpisać jej sumę kontrolną do protokołu odbioru.

b) Wpływ zmian na bezpieczeństwo danych: Dodatkowe połączenia sieciowe, zmienione reguły zapory sieciowej, zmiany w programie bezpieczeństwa lub podłączenie kolejnych maszyn mogą pogorszyć cyberbezpieczeństwo i działanie funkcji bezpieczeństwa. Takie zmiany wprowadzać wyłącznie po konsultacji z producentem, a następnie sprawdzić funkcje bezpieczeństwa.

c) Instalacja aktualizacji istotnych dla bezpieczeństwa: Pobrać aktualizacje zabezpieczeń z portalu klienta, porównać sumę kontrolną i zainstalować je przez USB na panelu HMI przy zatrzymanej celi, wybranym trybie ustawiania i zamkniętych drzwiach serwisowych lub podczas uaktywnionej sesji zdalnej konserwacji; następnie sprawdzić wersję i sumę kontrolną na panelu HMI.

d) Bezpieczne wycofanie z eksploatacji i usunięcie danych użytkownika: Przed wycofaniem z eksploatacji zapisać kopię zapasową programów spawania i dzienników, zresetować celę za pomocą funkcji „Ustawienia fabryczne” (usuwa to konta użytkowników, certyfikaty, programy i dzienniki) oraz zwrócić się do producenta o zablokowanie dostępu do zdalnej konserwacji.

Spis załączników

Do maszyny należą następujące dodatkowe dokumenty (załącznik do niniejszej instrukcji obsługi):

- Deklaracja zgodności

Ten dokument został sporządzony z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. Sprawdzenie treści i odpowiedzialność za nią spoczywają na producencie.
#ce-copilot:ki-unterstuetzt; ai-disclosure=ai-assisted; generator=CE-Copilot; digitalsourcetype=compositeWithTrainedAlgorithmicMedia