



Wojskowa
Akademia
Techniczna

Instytut
Optoelektroniki **ioe**



SKRÓCONY RAPORT Z BADAŃ TESTOWYCH SKUTECZNOŚCI SEPARATORA DO SPAWANIA ODILAT PE400

Barbara Nasilowska

Kierownik pracy:

dr hab. inż. Barbara Nasilowska, prof. WAT

Wykonawcy:

Wojciech Chrzanowski

dr inż. Wojciech Chrzanowski

Kamila Narojczyk

inż. Kamila Narojczyk

Konsultanci naukowci:

Prof. dr hab. inż. Zygmunt Mierczyk

Prof. dr hab. inż. Zdzisław Bogdanowicz

Zdzisław Bogdanowicz

[Signature]

DYREKTOR
CENTRUM INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ
Instytutu Optoelektroniki WAT

Zygmunt Mierczyk
prof. dr hab. inż. Zygmunt MIERCZYK

12 MAR. 2026

Badania skuteczności separatora do spawania Odilat PE400 zostały wykonane na zamówienie firmy ATC Raven Sp. z o.o., 15-365 Białystok, ul. Pogodna 63/1 (www.atcraven.pl), KRS 0000516966, NIP 9662093028, BDO 000023280, zgodnie z ofertą przesłaną w dniu 14.11.2025 r.

Do badań eksperckich Zleceniodawca dostarczył preparat Odilat PE400 (rys. 1).

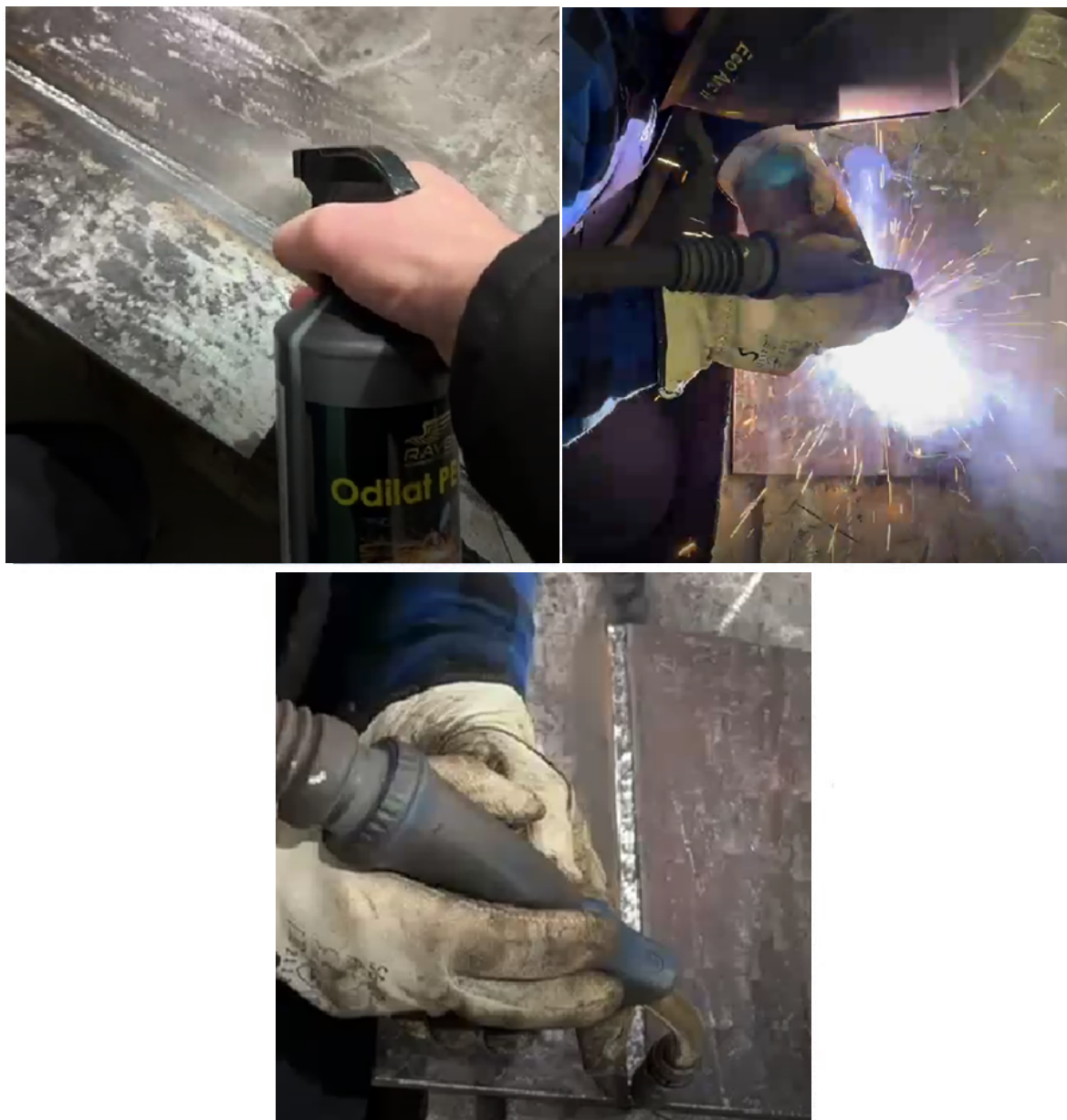


Rys. 1. Preparat Odilat PE400

W celu określenia skuteczności separatora Odilat PE400, którego zastosowanie ma na celu zmniejszenie ilości odprysków pojawiających się na powierzchni złącza spawanego, wykonano testy porównawcze przy użyciu mikroskopu Smart Zoom 5. Badania przeprowadzono dla dwóch złączy czołowych o długości 250 mm (z zastosowaniem ww. separatora oraz bez jego użycia) o grubości blachy 10 mm, a także dla złącza pachwinowego o grubości blachy 16 mm. Elementy wykonano ze stali P355 metodą 136 (MAG).

W pierwszym etapie ekspertyzy badawczej zlecono wykonanie połączeń spawanych zgodnie z opracowaną technologią w zakładzie specjalizującym się w produkcji odpowiedzialnych elementów konstrukcyjnych. W związku z tym połączenia spawane z zastosowaniem separatora Odilat PE400 zostały wykonane w Grupie Azoty PROREM Sp. z o.o., ul. Mostowa 24, 47-220 Kędzierzyn-Koźle (rys. 2), zgodnie z Instrukcją Technologiczną Spawania (WPS) oraz normą PN-EN ISO 15614-1.

W części zasadniczej analiza porównawcza skuteczności separatora Odilat PE400 obejmowała dwa arkusze ze spoiną czołową o długości 250 mm. W trakcie procesu spawania w jednym przypadku zastosowano preparat, natomiast w drugim nie. Proces spawania przeprowadzono w jednakowych warunkach technologicznych. Spoiny wykonał spawacz posiadający aktualne uprawnienia UDT, a proces spawania był nadzorowany przez wykwalifikowany personel – Międzynarodowego Inżyniera Spawalnika. W pierwszej kolejności wykonano połączenie spawane bez zastosowania preparatu, a następnie z użyciem separatora. Czas pomiędzy aplikacją separatora Odilat a spawaniem wynosił 10 min.

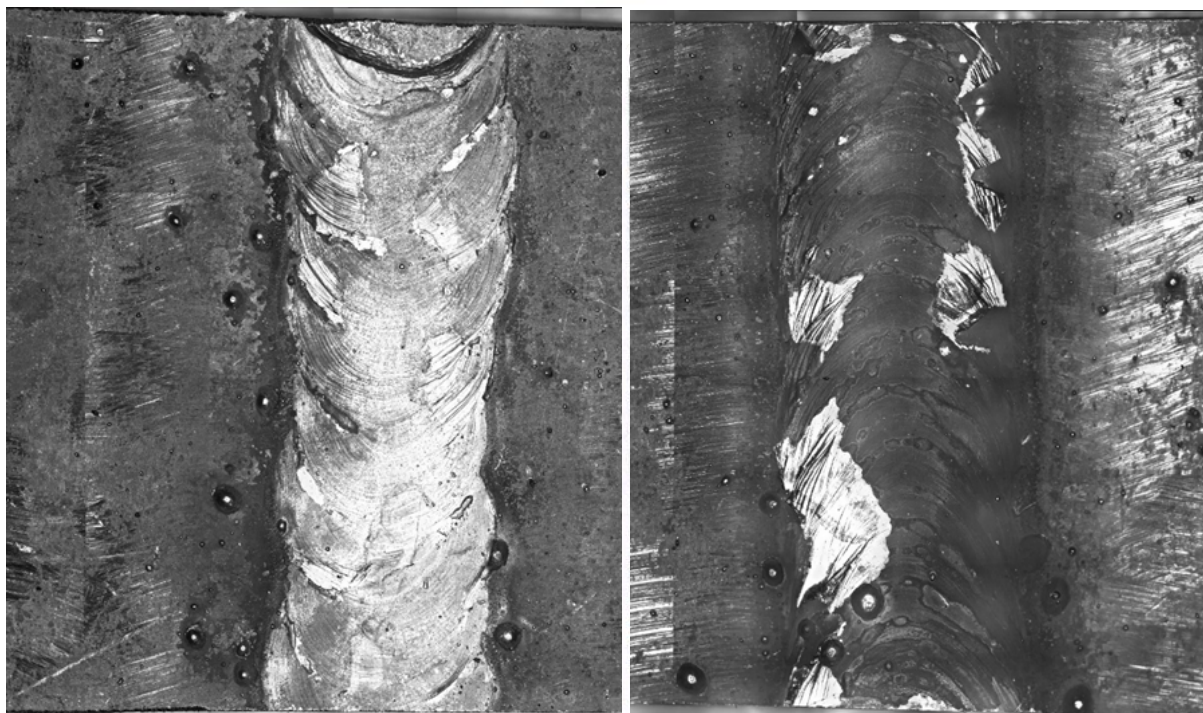


Rys. 2. Proces przygotowania połączeń spawanych, aplikacja preparatem Odilat PE400 (a), wykonanie złącza (b), odessanie zanieczyszczeń (c).

W trakcie badań wykonano następujące rodzaje połączeń spawanych:

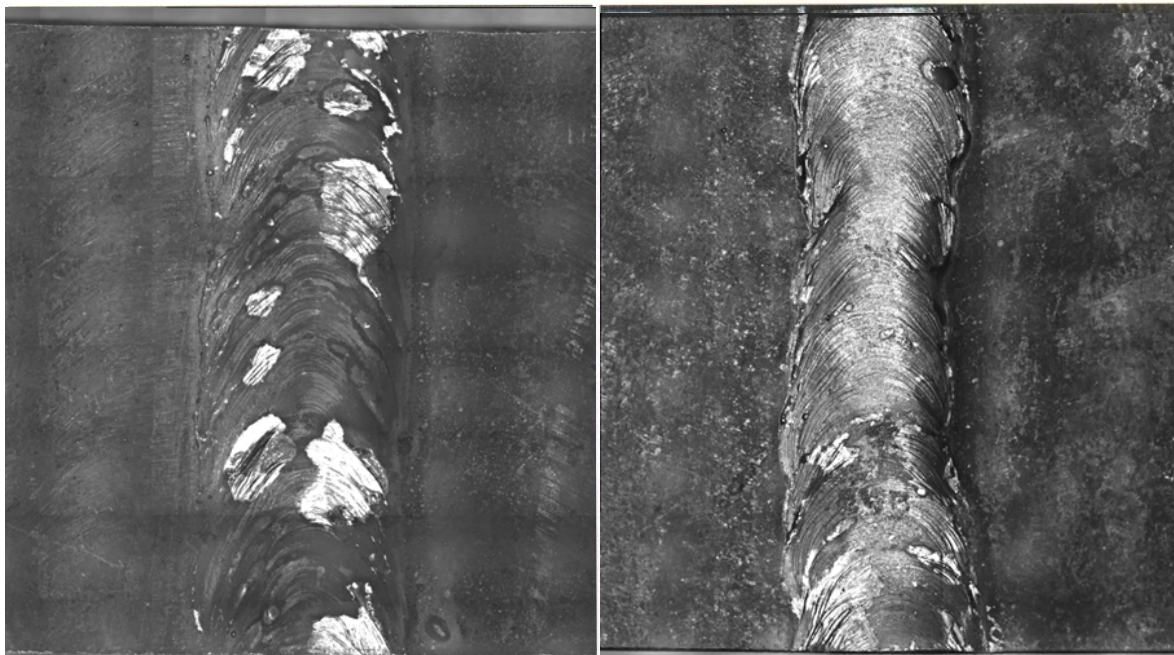
- 1) spoina czołowa wykonana metodą 136 bez naniesienia separatora do spawania Odilat PE400. Długość złącza wynosiła $l = 250\text{mm}$, grubość blachy 10 mm, gatunek blachy P355 (rys. 3).
- 2) spoina czołowa wykonana metodą 136 z naniesieniem 10 min przed procesem spawania separatora Odilat PE400. Długość złącza wynosiła $l = 250\text{mm}$, grubość blachy 10 mm, gatunek blachy P355 (rys. 4).
- 3) spoina pachwinowa, spawana z jednej strony z użyciem separatora Odilat PE400 (rys. 5 a) z drugiej bez zastawiania separatora Odilat PE400 (rys. 5 b). Długość złącza wynosiła $l = 20\text{ mm}$, grubość blachy 16 mm, gatunek blachy P355.

Analiza powierzchni strefy złącza wykazała występowanie licznych odprysków spawalniczych powstałych w trakcie spawania stali P355 metodą 136 (MAG). Lokalizację odprysków przedstawiono na rys. 4.1: na powierzchni materiału rodzimego oznaczono je strzałkami białymi, w strefie wpływu ciepła – strzałkami niebieskimi, natomiast w obszarze nadlewu lica oraz grani – strzałkami czerwonymi. W celu pełnego zobrazowania odprysków spawalniczych wykonano zdjęcia w trybie łączenia, EDF (rys. 3).



Rys. 3. Fragment na powierzchni połączenia spawanego stali P355 metodą 136 (MAG) bez użycia separatora Odilat PE400

Zdjęcia odprysków na powierzchni połączeń spawanych po wcześniejszym naniesieniu separatora Odilat PE400 – spoina czołowa



Rys. 4. Fragment na powierzchni połączenia spawanego stali P355 metodą 136 (MAG) z użyciem separatora Odilat PE400



Rys. 5. Spoina pachwinowa wykonana metodą 136 bez (a) i po wcześniejszym naniesieniu separatora Odilat PE400 (b)

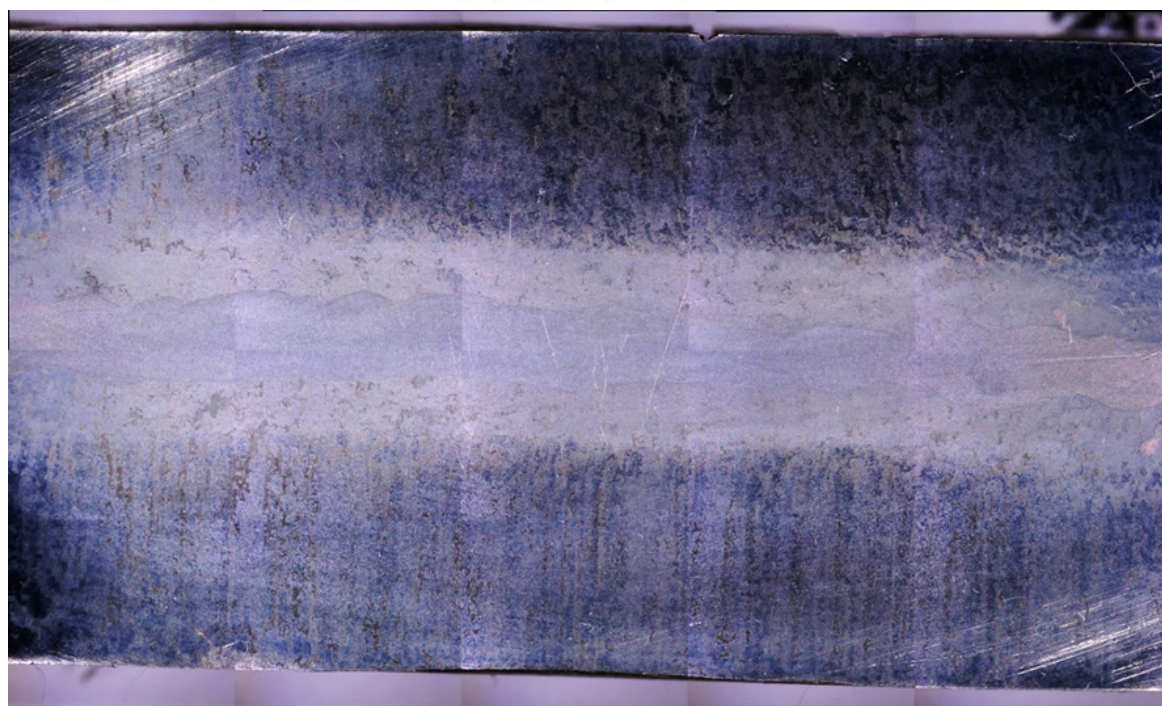
Badanie mikrostruktury przeprowadzono na zglądach metalograficznych wykonanych z przekrojów poprzecznych (rys. 6, rys. 8) i wzdłużnych (rys. 7, rys. 9) połączeń spawanych stali P355. Do przygotowania zglądów wykorzystano przecinarkę, automatyczną prasę do inkludowania Opal 410 firmy ATA oraz talerzową szlifierko-polerkę Saphir firmy ATA.

Badania struktury powierzchni stref złącza spawanego od strony lica i grani, a także zglądów poprzecznych i wzdłużnych po zastosowaniu separatora Odilat PE400 (rys. 6, rys. 7), prowadzono z użyciem mikroskopu Smart Zoom 5 przy powiększeniu 35 $\times$. Mikrostrukturę zglądów ujawniono w wyniku trawienia chemicznego odczynnikiem Nital 5%. Analizę

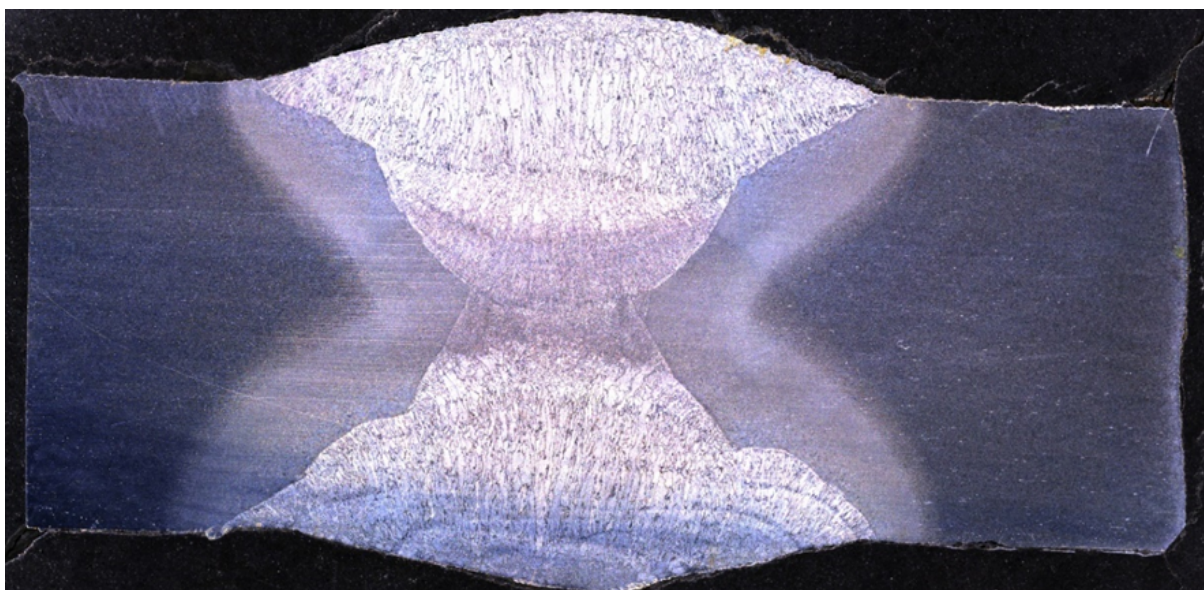
elementów spawanych z zastosowaniem separatora Odilat PE400 odniesiono do próbek kontrolnych, tj. połączeń, w których nie zastosowano ww. separatora (rys. 8, rys. 9).



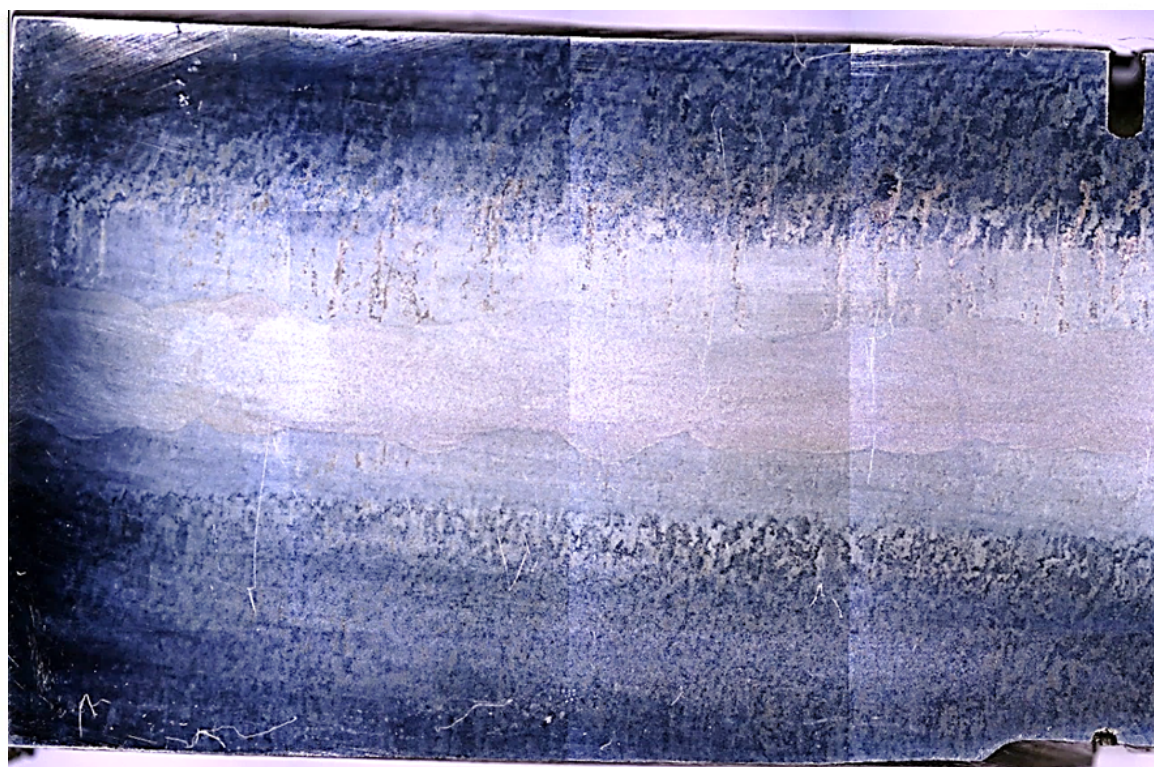
Rys. 6. Przykład zglądu porzecznego połączeń spawanych z naniesieniem separatora Odilat PE400



Rys. 7. Zgląd wzdłużny połączenia spawanego z naniesieniem separatora Odilat PE400



Rys. 8. Przykład zglądu porzecznego spawanych bez naniesienia separatora Odilat PE400



Rys. 9. Zgląd wzdłużny połączenia spawanego bez naniesienia separatora Odilat PE400

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań testowych skuteczności separatora do spawania Odilat PE400, naniesionego przed procesem spawania złączy czołowych i pachwinowych stali P355 metodą 136 (MAG), sformułowano następujące wnioski:

- 1) Nastąpiło zmniejszenie liczby odprysków spawalniczych w spoinie czołowej i w spoinie pachwinowej o ok. 90%.

- 2) Zastosowanie separatora wpłynęło na wygładzenie powierzchni w strefie złącza spawanego. Zaobserwowano spadek chropowatości powierzchni, mierzony w odległości około 1 mm od linii wtopienia w kierunku strefy wpływu ciepła, na poziomie 70-80% dla parametrów Ra, Rz oraz Rq.
- 3) Badania zglądów poprzecznych i wzdłużnych nie wykazały negatywnego wpływu separatora na jakość spoiny. Nie zaobserwowano zwiększenia liczby wad spawalniczych, takich jak pęcherze czy pory, wynikających z zastosowania separatora do spawania Odilat PE400.
- 4) Po zakończeniu procesu spawania zanieczyszczenia (w tym odpryski nie wtopione w powierzchnie stali) zostały usunięte ze strefy złącza spawanego poprzez odessanie. Nie stwierdzono obecności nagaru w obrębie spoiny, powstałego w wyniku oddziaływania wysokiej temperatury na preparat. Pozostałości separatora Odilat PE400 były łatwe do usunięcia z powierzchni metalu poprzez krótkotrwałe (ok. 5 s) przelanie strefy złącza wodą o temperaturze około 30°C.

W trakcie prowadzonych badań nie wykonano testów grubości ani jednorodności naniesionego filmu ochronnego separatora Odilat PE400 na powierzchniach elementów przed procesem spawania.

Preparat Odilat PE400 charakteryzuje się wysoką skutecznością ochrony powierzchni przed przywieraniem odprysków spawalniczych, wynoszącą około 90%. Skuteczność ta jest uzależniona od staranności i równomierności naniesienia preparatu na etapie przygotowania elementów do spawania.