



a FLIESS Company

PIT - przewaga konkurencyjna w produkcji i serwisie

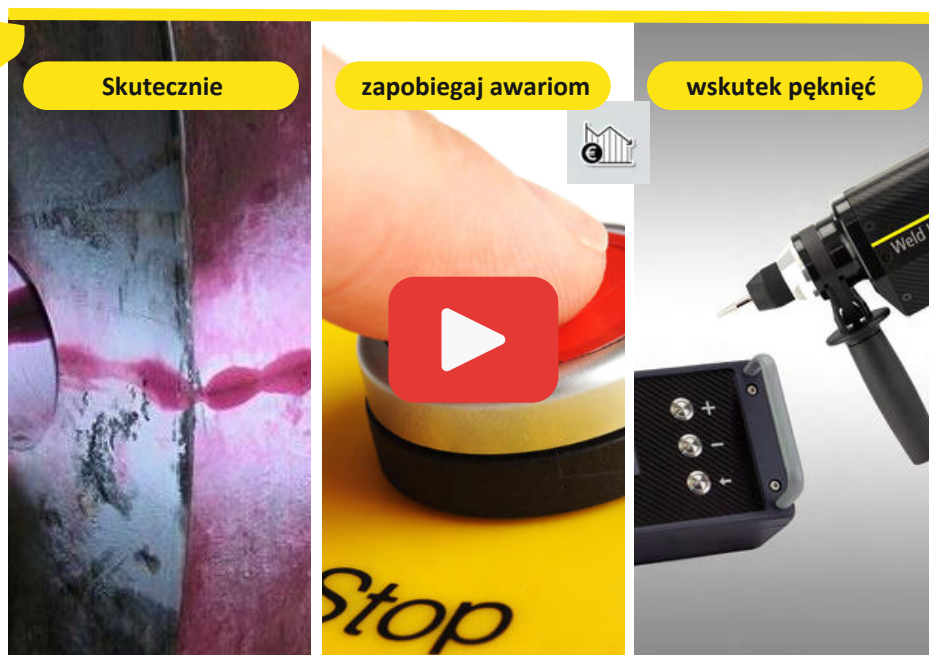
Dla producentów i użytkowników
konstrukcji obciążonych dynamicznie



Twoja przewaga w serwisie i utrzymaniu ruchu

Obniż koszty, zapobiegając przestojom spowodowanym pęknięciami zmęczeniowymi

W niespełna 2 minuty poznaj
korzyści z zastosowania PIT



Metoda PIT umożliwia:

- ✓ Powtarzalne wydłużenie trwałości zmęczeniowej
- ✓ Zapobieganie uszkodzeniom zmęczeniowym, także w konstrukcjach już eksploatowanych
- ✓ Wielokrotne wydłużenie trwałości resztkowej
- ✓ Zapobieganie korozji naprężeniowej
- ✓ Modernizację także ramy nośnej

Twoja przewaga jako producenta

Oszczędzaj materiał, czas pracy oraz koszty transportu i montażu dzięki bardziej zrównoważonej i ekonomicznej produkcji



Metoda PIT umożliwia:

- ✓ Stosowanie wyższych klas FAT
- ✓ Znaczne oszczędności materiałowe
- ✓ Efektywne wykorzystanie stali o podwyższonej wytrzymałości przy obciążeniach zmęczeniowych
- ✓ Tańszą produkcję dzięki większej szybkości i powtarzalności niż przy metodach tradycyjnych
- ✓ Większe bezpieczeństwo zmęczeniowe elementów



Złożona konstrukcja sposobem na wymaganą wytrzymałość zmęczeniową?

*Twoi konstruktorzy i kierownicy produkcji
stale mierzą się z tymi wyzwaniami:*

Spełnienie wymagań klas zmęczeniowych

Klasy FAT lub wytyczne FKM

Wykorzystanie oszczędności materiałowych

Bez obniżania bezpieczeństwa elementów

Wdrażanie złożonych rozwiązań

konstrukcyjnych w produkcji

Np. konstrukcja lamelowa

Ekonomiczna produkcja przy użyciu

niekiedy pracochłonnych metod

lub ...

Awaria maszyny lub instalacji wskutek pęknięcia w najmniej dogodnej chwili?

*Twoi kierownicy utrzymania ruchu i produkcji
stale mierzą się z tymi wyzwaniami:*

**Pęknięcia zmęczeniowe powodują
przestój całej instalacji**

Wysokie koszty przestojów i napraw

**Mimo kosztownych napraw trwałość
resztkowa wzrasta tylko nieznacznie**

**Eksploatacja maszyn i instalacji po
przekroczeniu trwałości zmęczeniowej**



Tak Cię wspieramy...

... jako producenta: zmień wyzwania
w przewagę konkurencyjną

- ✓ **Bardziej zrównoważona produkcja**
Oszczędność materiału do 40%
- ✓ **Unikaj złożonych rozwiązań
konstrukcyjnych**
- ✓ **Zwiększ bezpieczeństwo
elementów**
Przy niższych kosztach
- ✓ **Ekonomiczna obróbka po spawaniu
o wysokiej powtarzalności**



... jako użytkownika: ograniczaj przestoje
instalacji spowodowane pęknięciami

- ✓ **Zapobiegaj powstawaniu
pęknięć zmęczeniowych**
- ✓ **Unikaj pracochłonnych napraw
uszkodzeń zmęczeniowych**
- ✓ **Znacznie wydłużaj trwałość
(resztkową) swojej instalacji**
- ✓ **Obniżaj koszty**

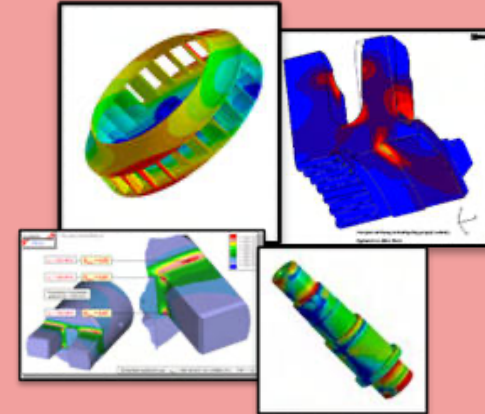
Obciążenia cykliczne prędkiej czy później powodują uszkodzenia zmęczeniowe każdego elementu



Przyczyny:



Rozciągające naprężenia własne



Działanie karbu

- Wady po walcowaniu
- Skokowe zmiany sztywności
- Krawędzie otworów
- Osadzenia łożysk
- Gwinty
- Rowki wpustowe

**Pęknięcie zawsze inicjuje się
w najslabszym miejscu konstrukcji**

Przy obciążeniach cyklicznych

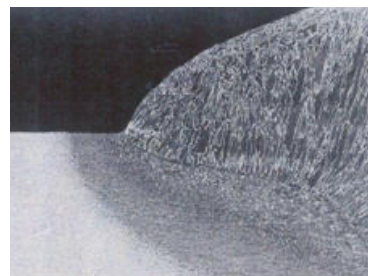
Spoiny

Są szczególnie podatne ze względu na oba czynniki



**Wysokie rozciągające
naprężenia własne**

+



oraz

**Karb
geometryczny**

=



Pęknięcie zmęczeniowe

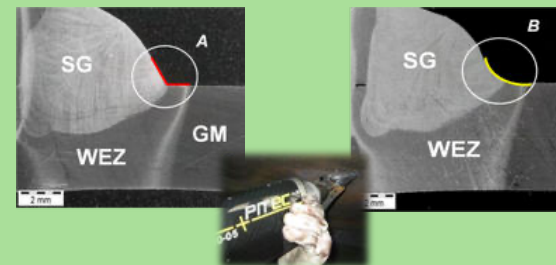
Efekt PIT

PIT to metoda o wysokiej powtarzalności,

która wprowadza ściskające naprężenia własne w krytycznych miejscach Twoich elementów.

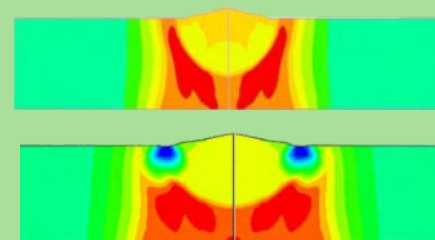
Oprócz licznych dowodów naukowych na skuteczność HFMI, Uniwersytet w Stuttgarcie potwierdził w szczególności wysoką powtarzalność metody PIT bez ryzyka nadmiernej obróbki.

W efekcie przeciwdziała to powstawaniu pęknięć zmęczeniowych



SG: metal spoiny; GM: materiał rodzimy; WEZ: strefa wpływu ciepła (SWC)

Geometrię karbów i miejsc skokowej zmiany sztywności optymalizuje się tak, by znacznie poprawić kategorię zmęczeniową.



Na rozciągające naprężenia własne przy powierzchni celowo nakłada się wysokie ściskające naprężenia własne.

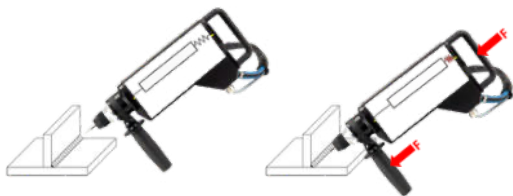
System PIT

HFMI to znacznie więcej niż młotek o wyższej częstotliwości

Sterownik PIT umożliwia niezależną regulację częstotliwości i ciśnienia. Pozwala to uzyskać optymalną intensywność uderu i maksymalny efekt bez ryzyka nadmiernej obróbki.

Sprężyste zawieszenie mechanizmu uderowego w narzędziu ręcznym sprawia, że operator nie wpływa na intensywność uderu przekazywaną na obrabiany element.

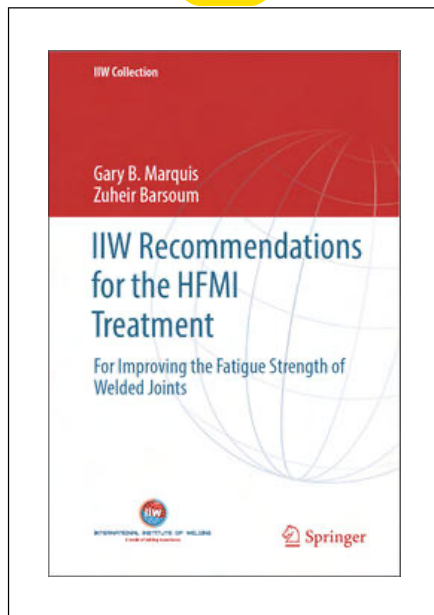
Dzięki tym zaletom PIT zapewnia wysoką skuteczność przy maksymalnej powtarzalności.



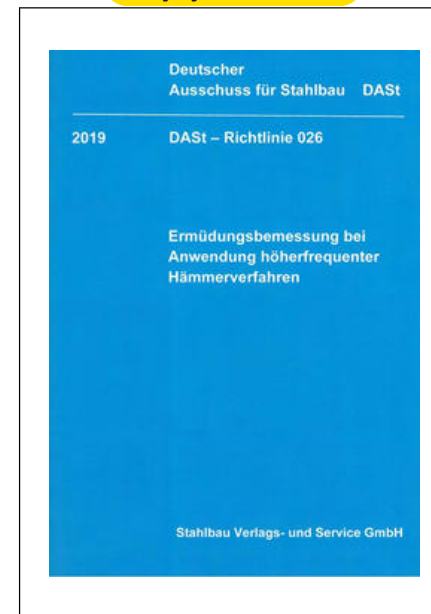
PIT - wiodąca metoda HFMI

Skuteczność HFMI uwzględniają już następujące dokumenty

IIW



Wytyczne DAST



Eurokod 3 - projekt normy 2023-03

DIN EN 1993-1-9: 2023-03

Określa metody obliczeniowej weryfikacji
nośności zmęczeniowej konstrukcji stalowych.

prEN 1993-1-9:2021 (E)

F.4	Nośność zmęczeniowa	106
F.4.1	Krzywe wytrzymałości zmęczeniowej	106
F.4.2	Klasyfikacja szczegółów konstrukcyjnych	107
F.4.2.1	Postanowienia ogólne	107
F.4.2.2	Żebro poprzeczne	108
F.4.2.3	Poprzeczne złącze doczołowe	109
F.4.2.4	Żebro podłużne	110
F.4.3	Alternatywne wzory określania kategorii szczegółu	110
F.4.4	Modyfikacja nośności zmęczeniowej	111
F.5	Weryfikacja zmęczeniowa	111
F.6	Wymagania dotyczące stosowania	112
F.6.1	Wymagania dla spoin przed obróbką HFMI	112
F.6.2	Wymagania dla spoin po obróbce HFMI	112
F.6.3	Kontrola jakości	112
F.7	Obciążenia o zmiennej amplitudzie	113
Załącznik G (informacyjny): metoda szczegółu odniesienia		114
oparta na naprężeniach w punktach krytycznych (hot spot)		
G.1	Stosowanie załącznika	114
G.2	Zakres i obszar zastosowania	114
G.3	Efekty oddziaływań zmęczeniowych	114
G.4	Nośność zmęczeniowa	114
G.5	Weryfikacja zmęczeniowa	115
Bibliografia		116



Kolejne dokumenty, m.in. DIN EN 15085-3 i DIN EN 13445, są w opracowaniu i zostaną odpowiednio uzupełnione.

Nasza oferta na całym świecie:



Doradztwo w zakresie PIT

Skorzystaj z naszego wieloletniego doświadczenia i doradztwa dostosowanego do Twoich indywidualnych potrzeb. Wskażemy możliwości obróbki PIT idealnie dopasowane do konkretnego zastosowania.



Szkolenia operatorów PIT

Praktyczne szkolenie pozwala pracownikom dobrze zrozumieć działanie technologii. Ułatwia to sprawne i szybkie wdrożenie procesu przy zapewnieniu trwałej, stabilnej jakości.



Sprzedaż systemów PIT

Nasz system PIT Weld Line 10 nadaje się do pracy ręcznej oraz do zautomatyzowanej obróbki z użyciem robota. Oferujemy również system PIT przeznaczony do pracy pod wodą.



Akcesoria PIT

PIPEC oferuje trzpienie udarowe o różnych promieniach i długościach oraz narzędzia kontroli jakości: lupę LED do kontroli wizualnej i zestaw PIT-Intensity-Kit do regularnego sprawdzania intensywności udaru.



Wynajem urządzeń PIT

Potrzebujesz naszych wysokiej jakości systemów PIT tylko czasowo? Chętnie udostępnimy Ci urządzenia w ramach wynajmu.



Usługi PIT

Nasz doświadczony zespół wykonuje obróbkę PIT na całym świecie. Korzystaj z efektu PIT wtedy, gdy go potrzebujesz.

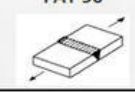


Nadzór nad jakością PIT

Gdy PIT stosują Twój dostawcy lub partnerzy, na życzenie oferujemy nadzór nad jakością jako niezależna strona trzecia.

Uzyskaj znacznie wyższe klasy FAT

Bezpośrednie porównanie zaleceń IIW najlepiej pokazuje potencjał techniczny i ekonomiczny

Klasy FAT szczegółów konstrukcyjnych w stanie po spawaniu	Granica plastyczności f_y	Szlifowanie frezem		Przetapianie TIG		Młotkowanie / igłowanie		PIT	
		Współczynnik	Klasa FAT	Współczynnik	Klasa FAT	Współczynnik	Klasa FAT	Współczynnik	Klasa FAT
			Nachylenie m=3		 Nachylenie m=3		 Nachylenie m=3		 Nachylenie m=5
Żebro podłużne									
	235 $f_y \leq 355$	1,30	FAT 90	1,30	FAT 90	1,30	FAT 90	1,57	FAT 112
	> 355 $f_y \leq 550$							1,76	FAT 125
	> 550 $f_y \leq 750$					1,50	FAT 100	1,97	FAT 140
	> 750 $f_y \leq 950$							2,25	FAT 160
Żebro poprzeczne									
	235 $f_y \leq 355$	1,30	FAT 100	1,30	FAT 100	1,30	FAT 100	1,56	FAT 125
	> 355 $f_y \leq 550$							1,75	FAT 140
	> 550 $f_y \leq 750$					1,50	FAT 112	2,00	FAT 160
	> 750 $f_y \leq 950$							2,25	FAT 180
Złącze doczołowe									
	235 $f_y \leq 355$	1,30	FAT 112	1,30	FAT 112	1,30	FAT 112	1,55	FAT 140
	> 355 $f_y \leq 550$							1,77	FAT 160
	> 550 $f_y \leq 750$					1,50	FAT 125	2,00	FAT 180
	> 750 $f_y \leq 950$							2,00	FAT 180
		> duże ryzyko błędów - nadmierny ubytek / przypalenia - dodatkowe karby lub rysy - pył / hałas / czasochłonność		> tylko w pozycji podolnej > rozkład naprężeń		> niska powtarzalność > duże drgania ręka-ramię		> największa poprawa > wysoka powtarzalność > trwałe zapewnienie jakości > ok. 20 cm/min	
Źródła: > Hobbacher A., IIW recommendations for fatigue design of welded joints and components, WRC bulletin 520, New York: The Welding Research Council, 2009 > Marquis et al., Fatigue strength improvement of steel structures by high-frequency mechanical impact: proposed fatigue assessment guidelines, Weld World 57, pp. 803-822, 2013 > IIW Recommendations on High Frequency Mechanical Impact (HFMI) Treatment for Improving the Fatigue Strength of Welded Joints									

Technologia PIT a szlifowanie frezem



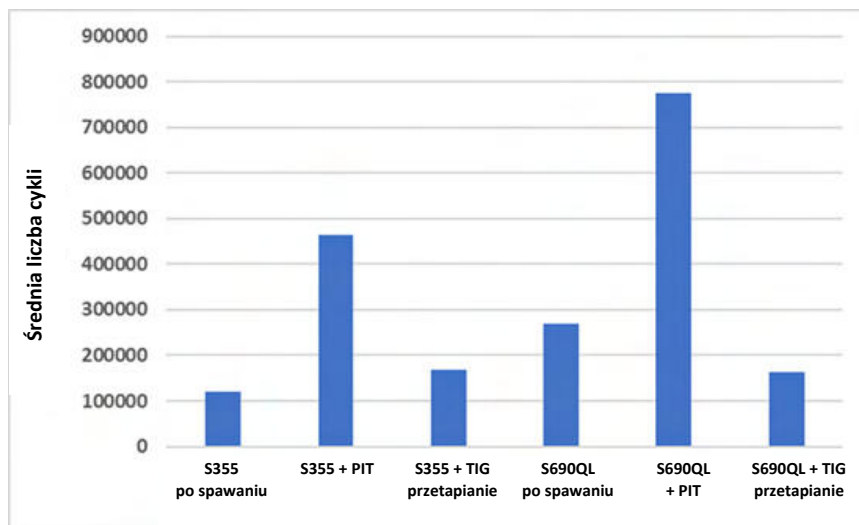
- ✓ Oszczędność czasu do 90%
- ✓ Znikome ryzyko błędów
- ✓ Znikome ryzyko urazów
- ✓ Brak zapylenia
- ✓ Najwyższy współczynnik wzrostu klas FAT



- ✗ Duża czasochłonność - 60 min/m
- ✗ Niekiedy konieczne ponowne spawanie
- ✗ Duże ryzyko błędów
- ✗ Duże ryzyko urazów
- ✗ Niski współczynnik wzrostu klas FAT

Technologia PIT a przetapianie TIG

Na przykładzie ramienia układu kierowniczego maszyny rolniczej



Bez PIT pęknięcie
powstaje bezpośrednio
na przejściu spoiny
w materiał rodzimy



Po PIT znacznie później,
w obszarze przejścia
strefy wpływu ciepła
(SWC)

We współpracy instytutu zastosowań stali OCAS oraz BIL, Belgijskiego Instytutu Spawalnictwa

SENEBOGEN

TRUMPF



ArcelorMittal

SCHULER 

Member of the ANDRITZ GROUP

BOMBARDIER

SMS  **group**

ALUNORF

GRIMME

LIEBHERR



HOFFMEIER
INDUSTRIEANLAGEN

... oraz wielu innych klientów już korzysta z zalet PIT

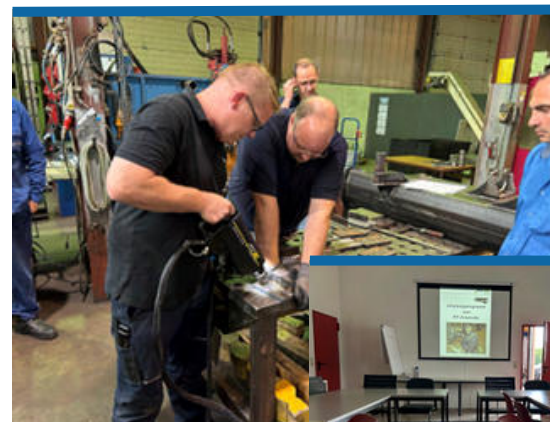
MKG - Maschinen und Kranbau



“W MKG oczekujemy, że PIT pozwoli nam nie tylko **oszczędzać materiał**, lecz także zoptymalizować miejsca koncentracji naprężeń (hotspoty), bez konieczności stosowania złożonych rozwiązań technologicznych.

Dziś dostarczono nasz pierwszy system PIT i przeprowadzono szkolenie operatorów dla naszych pracowników.

Szkolenie było bardzo interesujące. Przyczyny zmęczenia i efekty PIT wyjaśniono w przystępny sposób, zapewniając uczestnikom niezbędne zrozumienie tych zagadnień.



Christian Bley - kierownik konstrukcji stalowych i nadzoru spawalniczego - Garrel 07/23

Holmer Maschinenbau



“ PIT zwiększa niezawodność naszych produktów i ich atrakcyjność dla naszych klientów

Szkolenia i seminaria dotyczące spoin, projektowania z uwzględnieniem wymagań jakościowych oraz uszkodzeń złączy spawanych zwróciły naszą uwagę na możliwość wydłużenia trwałości spoin za pomocą HFMI.

Opublikowane dokumenty (zalecenia IIW, wytyczne DAST 26, EN 15085-3), potwierdzające skuteczność metody, oraz znane nam firmy, które od dłuższego czasu z powodzeniem stosują tę technologię, ostatecznie przekonały nas do HFMI.

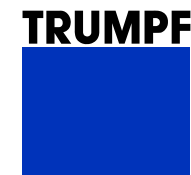
Wybraliśmy firmę PITEC, ponieważ przekonała nas swoją ugruntowaną wiedzą, doświadczeniem i oferowanym produktem.



”

Werner März - konstruktor i inżynier spawalnik - Eggmühl 03/2023

Trumpf Machines SARL



“ W Trumpf już w 2009 roku
przekonaliśmy się do efektu HFMI
i po porównaniu kilku dostawców wybraliśmy PIT. Systemy
kupione wówczas do dziś działają bez zarzutu, co potwierdza,
że podjęliśmy właściwą decyzję.
Także w sprawach serwisowych PITEC zawsze reaguje
szybko i niezawodnie, dzięki czemu nasza współpraca
przebiega bardzo sprawnie.

”



Damien Clog - technologia spawania

SENNEBOGEN

SENNEBOGEN

“**Dzięki metodzie PIT firma SENNEBOGEN znacznie wydłużyła i tak już wysoką trwałość swoich elementów stalowych.**

Potwierdzają to również nasi zadowoleni klienci.

”



Dipl.-Ing. Ldg J. Reischer, IWE + IWI - kierownik kontroli jakości konstrukcji stalowych

Beckmann und Volmer Service GmbH



“ **Uszkodzenia powracające co 6 miesięcy
skłoniły nas pod koniec 2010 roku
do pierwszego zastosowania PIT.**

Po ponad 2 latach nie pojawiło się żadne nowe pęknięcie.
Dlatego w przyszłości stawiamy na PIT dla naszych klientów.

”



Vito Pirone - Salzbergen 04.04.2013

Budowa największej prasy podpodłogowej na świecie

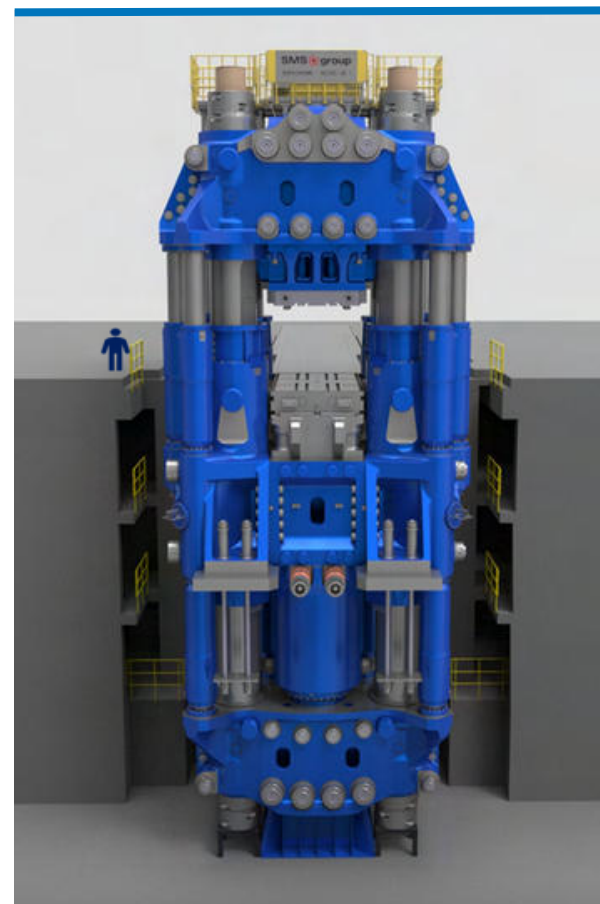
SMS Group buduje na zlecenie grupy OTTO FUCHS

nową prasę hydrauliczną o sile 540 MN w zakładzie spółki
zależnej Weber Metals w Paramount w USA.

Aby spełnić wymagania wytrzymałościowe według FKM,
SMS Group zdecydowała się poddać dostępne powierzchnie
otworu obróbce powierzchniowej naszą metodą PIT.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że mimo łącznej
powierzchni ponad 8 m² firma SMS wybrała metodę PIT
zamiast kulowania.

SMS  **group**



Naprawa walczaków w elektrociepłowni Stadtwerke München



W walczakach elektrociepłowni Stadtwerke München, mimo fachowych napraw, powracały pęknięcia spoin obwodowych.

W maju 2011 r. wspólnie z TÜV Süd zdecydowano o obróbce PIT całego obszaru spoin wraz ze strefą wpływu ciepła (SWC) w dwóch walczakach.

Ze względu na temperatury pracy przekraczające 500°C również w PITEC mieliśmy jednak wątpliwości, czy wprowadzone ściskające naprężenia własne nie ulegną nadmiernej relaksacji, osłabiając trwałość efektu.

W lutym 2020 r. zespół PIT dowiedział się, że do tego czasu podczas regularnych rewizji nie stwierdzono żadnych nowych pęknięć w obszarze poddanym obróbce PIT.



Utrzymanie ruchu w ArcelorMittal



W belgijskim zakładzie ArcelorMittal w Gandawie w 2012 roku wykryto 8000 pęknięć w urządzeniach dźwignicowych.

Projekt badawczo-rozwojowy we własnym instytucie OCAS pozwolił w 2014 r. uznać PIT za najbardziej obiecujące rozwiązanie i wdrożyć tę metodę do napraw.

Pięć lat później, w 2019 r., liczba wykrywanych pęknięć spadła do zaledwie 700. Oznaczało to redukcję o ponad 90%!



Chcesz umówić niezobowiązującą rozmowę wstępną?

Skontaktuj się z nami

Siedziba (administracja)

Essenberger Straße 85-93
D-47059 Duisburg

Sprzedaż i technika

Siemensstraße 1b
D-50170 Kerpen

 **+49 (0) 2273 / 95108-60**

 **info@pitec-gmbh.com**



PI TEC Deutschland GmbH