

WYBIERZ NAJLEPSZĄ METODĘ ORAZ IDEALNE ŚCIERNIWO DLA ZAPEWNIENIA DOSKONAŁYCH PARAMETRÓW PODŁOŻA

Prezentacja obecnego stanu wiedzy w kwestii technologii przygotowania powierzchni
Dr. J. M. Hyde, Laboratorium Metrologiczne, Worcester Polytechnic Institute, Massachusetts
Marzec 2014

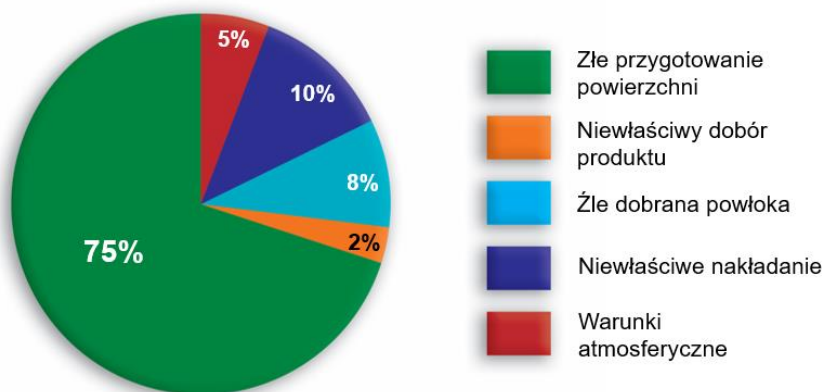
Streszczenie:

Problem napotykanym niemal w każdej gałęzi przemysłu to uszkodzenia powłok, które zależą od wielu czynników jak np. korozja czy różnorakie zanieczyszczenia. Idealna metoda przygotowania powierzchni zapewnić powinna czystą, wolną od rdzy powierzchnię bez naruszania jej mikrostruktury przy równoczesnym zapewnieniu właściwej ochrony pracowników wykonujących prace i trosce o środowisko naturalne.

Przyczyny:

Jakość powłoki zależy w dużym stopniu od samego stanu podłoża, jego czystości oraz wpływu zewnętrznych czynników atmosferycznych, które oddziaływały na daną powierzchnię w okresie pomiędzy wcześniejszym a kolejnym nałożeniem powłoki. Czynniki wpływające na końcową jakość powłoki prezentuje diagram poniżej (Rys. 1).

Przyczyny uszkodzeń powłok



Rys 1. Przyczyny występowania uszkodzeń powłok

Często wybór powłoki podaje się jako powód powstania uszkodzeń, gdzie tak naprawdę winę ponosi niewłaściwe przygotowanie podłoża.

“75% wad powłok powstaje na skutek niewłaściwego przygotowania podłoża.”

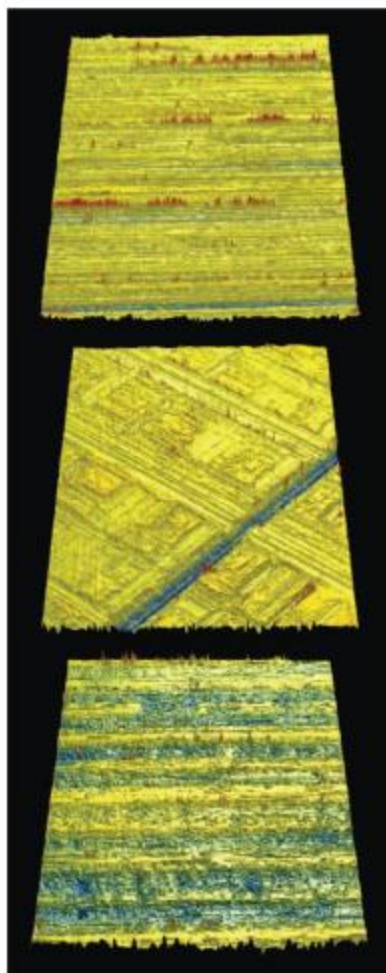
ŹRÓDŁO: NACE Coating Inspector Program – Level 1
- Program kontroli powłok -NACE (Poziom 1)

Podstawową kwestia pozostaje bardzo dobre przygotowanie powierzchni przed nałożeniem powłoki. Co to oznacza w tym wypadku? Idealnie przygotowane podłoże musi nie tylko zostać całkowicie oczyszczone z wszelkich zanieczyszczeń chemicznych, wolnych cząsteczek ale

również winno posiadać maksymalnie najwyższą przyczepności. Konieczne jest zapewnienie wszystkich istotnych parametrów takich jak chropowatość powierzchni, czystość powierzchni (widoczna), czystość chemiczna (zanieczyszczenia). Należy również wziąć pod uwagę pozostałe czynniki np. energię powierzchniową podłoża co pozwala na określenie zdolności powierzchni do przyjęcia powłoki. Wartości tu istotne to energia powierzchniowa (znana też jako napięcie powierzchniowe) oraz kąt zwilżania.

Przygotowanie powierzchni i jej wykończenie oraz zapewnienie właściwej czystości

Wpływ chropowatości powierzchni na podstawowe właściwości funkcjonalne powierzchni



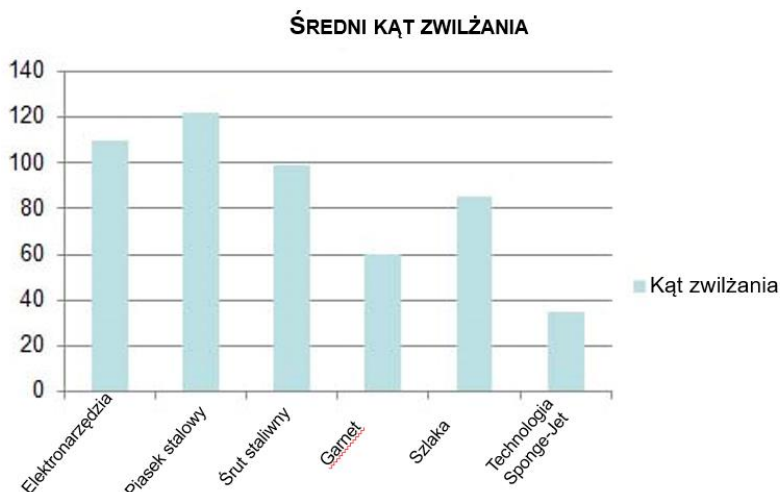
Stopień wygładzenia powierzchni czyli parametr Ra - inaczej chropowatość powierzchni (jako parametr 2D) czasem odnoszony jest do parametru Sa jako parametru 3D. Parametr Ra definiowany jest jako średnie arytmetyczne odchylenie profilu natomiast Sa - jako średnie arytmetyczne odchylenie wysokości nierówności powierzchni od płaszczyzny odniesienia. Pomiar stereometrycznych cech powierzchni przy pomocy parametrów Ra czy Sa nadal pokazuje, iż charakterystyka powierzchni oparta na jednym parametrze wysokościowym jest dalece niewystarczająca ponieważ wiele powierzchni może posiadać taką samą wartość parametru Ra (lub Sa). Zdjęcia z urządzenia do badania struktury powierzchni (Rys. 2) prezentują obraz trzech różnych rodzajów podłoża, dla których różnica wartości parametru Ra jest właściwie niedostrzegalna i waha się od 680 do 750nm.

Rys. 2. Porównanie topografii trzech powierzchni poddanych różnego rodzaju obróbce: szlifowaniu, szlifowaniu szlifierką Blanchard oraz toczeniu. (Za: *“Characterizing Surface Quality: Why Average Roughness Is Not Enough”* (2010) www.veeco.com)

Określenie parametru Ra w tego typu przypadku nie będzie więc pomocne w ustaleniu odporności na korozję danego podłoża, jego właściwości adhezyjnych czy też jednolitych właściwości lub podatności na pękanie. Dlatego warto uwzględnić, poza typowymi parametrami chropowatości, także parametry przestrzenne 3D ujęte np. w normach ISO czy parametry hybrydowe prognozując właściwości użytkowe powierzchni.

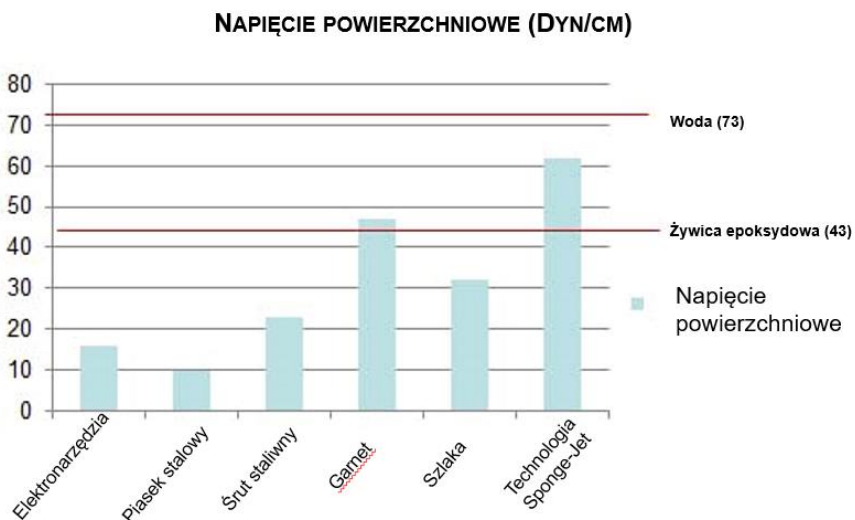
Zastosowanie różnych technologii obróbki powierzchniowej daje różne rezultaty a więc różne warunki danego podłoża. Zdolność podłoża do przyjęcia powłoki (zdolność zwilżania) mierzona jest poprzez określenie kąta zwilżania. Niska wartość tego parametru oznacza, że dana powierzchnia jest wystarczająco zwilżona czy inaczej: odpowiednio pokryta.

Rysunek 3 prezentuje diagram obrazujący wartość kąta zwilżania w zależności od zastosowanej metody obróbki powierzchni przed przystąpieniem do nakładania powłoki. Porównane zostały różnorakie ścierniwa: śrut stalowy, piasek stalowy, garnet, szlaka, szlifowanie oraz użycie technologii Sponge-Jet Media.



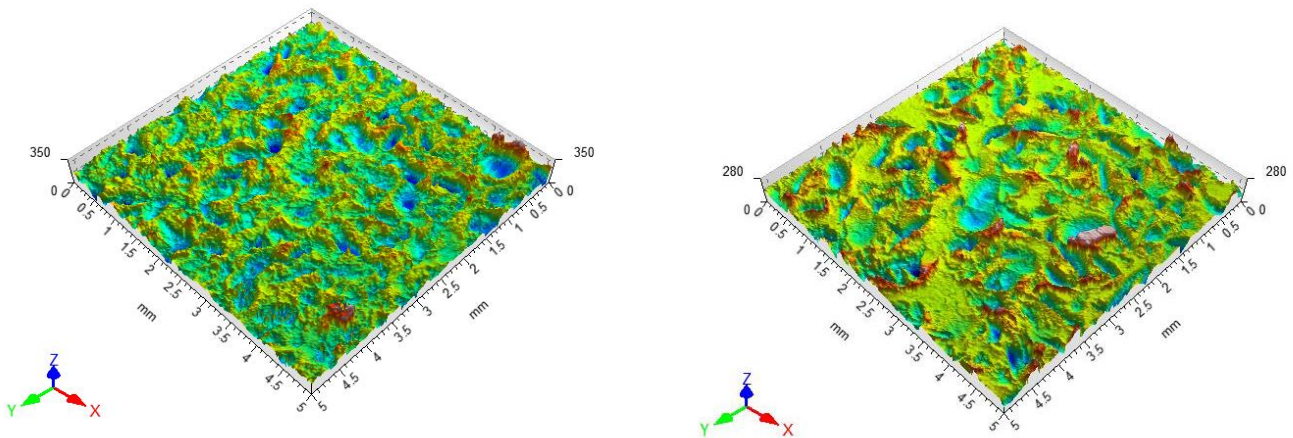
Rys. 3. Kąt zwilżania (w stopniach) a różne technologie obróbki powierzchni

Podłoże poddane obróbce za pomocą technologii Sponge-Jet charakteryzuje się niezwykle niskim kątem zwilżania oraz wysokim napięciem powierzchniowym a więc posiadać będzie doskonałą zdolność adhezyjną. Napięcie powierzchniowe to indykator równowagi między siłą przylegania oraz siłą spójności cieczy na ciele stałym. Wyższa swobodna energia powierzchniowa oznacza wyższą czystość powierzchni pod względem chemicznym, a co za tym idzie znacznie lepsze właściwości zwilżania oraz naj;epszą przyczepności.

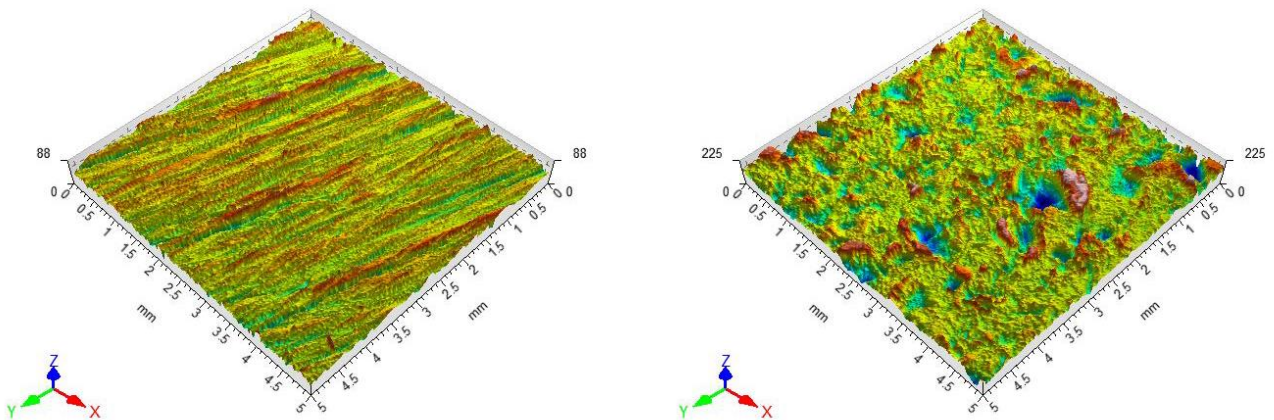


Rys. 4. Napięcie powierzchniowe (dyn/cm) w przypadku różnych technologii obróbki powierzchni

Pomary bezdotykowe profilu powierzchni stalowych poddanych obróbce przy zastosowaniu wspomnianych technik pokazują, że technologia Sponge-Jet pozwala na uzyskanie większej powierzchni użytkowej (zwiększoną przyczepności powłoki) oraz jednolitej faktury powierzchni (większą jednorodność powłoki).



Powierzchnia poddana obróbce Sponge-Jet (po lewej) oraz piaskiem stalowym (po prawej)



Powierzchnia poddana obróbce elektronarzędziami (po lewej) oraz szlaka (po prawej)

Rys. 5. Porównanie bezdotykowych pomiarów w zależności od zastosowanej metody obróbki

Pomary bezdotykowe profilu powierzchni nie tylko ustalają wielkość parametru Ra ale co istotne także wskaźnik względnego przyrostu (rozwinęcia) powierzchni Sdr . Z punktu widzenia możliwości łączenia powierzchni i nakładania powłok najważniejszym parametrem wydaje się rozwinęcie powierzchni Sdr dlatego, że powierzchnia o większym rozwinęciu będzie się mocniej łączyć z inną powierzchnią, a powlekanie będzie bardziej efektywne. Wartość

wskaźnika *Sdar* przy zastosowaniu różnych technologii w odniesieniu do technologii Sponge-Jet prezentuje Tabela nr 1.

Parametr	Opis	Jednostka	Al2O3 Sponge-Jet	Piasek stalowy	Garnet	Śrut stalowy	Szlaka	Elektronarzędzia
<i>Sdar</i>	Rozwinięcie powierzchni	µm ²	54,4	37,2	30,7	27,8	36,6	27,5

Tab. 1. Wskaźnik *Sdar* w odniesieniu do różnych technologii obróbki

W przypadku tego samego rodzaju podłoża, obróbka przy zastosowaniu technologii Sponge-Jet daje powierzchnię efektywną od 46% do 98% większą porównując do innych stosowanych metod. Ta zwiększona powierzchnia efektywna pozwala na lepszą przyczepność powłoki choć oczywiście może oznaczać większe ryzyko pojawienia się korozji czy powstania innych zanieczyszczeń. Dzięki technologii Sponge-Jet jednakże takie ryzyko zostało zminimalizowane: otrzymujemy czystsza powierzchnię o mniejszej podatności na korozję natomiast o znacznie lepszych właściwościach adhezyjnych.

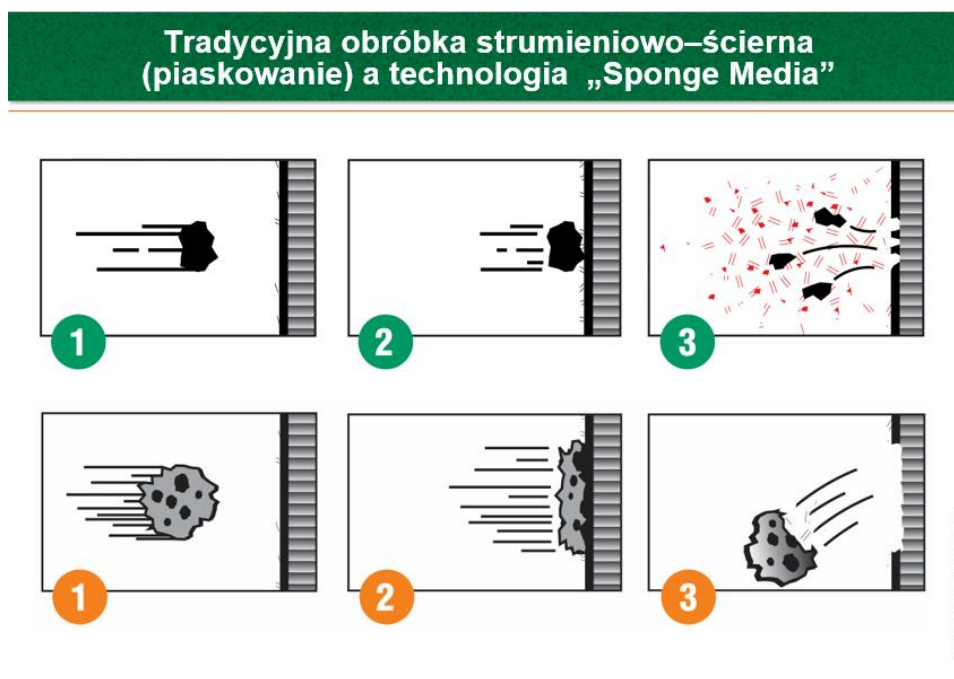
Dla zachowania wysokiej jakości i trwałości powłoki czystość podłoża jest tak samo istotna jak wcześniej omawiane uwarunkowania. Normy dotyczące czystości oraz dopuszczalne poziomy widocznych zanieczyszczeń zostały określone przez stowarzyszenia zawodowe SSPC, NACE oraz ujęte w standardach ISO. Poziom niewidzialnych zanieczyszczenia został zdefiniowany w normach SSPC i dotyczy poziomu rozpuszczalnych w wodzie soli żelaza, chlorków. Rysunek nr 6 prezentuje porównanie tych parametrów dla różnych metod obróbki: urządzeniem Sponge-Jet oraz śrutem stalowym, piaskiem stalowym czy za pomocą elektronarzędzi.

Chroń to co ważne			
Zastosowanie różnych technologii daje różne rezultaty			
TECHNOLOGIA	WIDOCZNA CZYSTOŚĆ	NIEWIDOCZNE ZANIECZYSZCZENIA	PROFIL
Piasek stalowy	√	√-	∅
Szlaka	√	√-	√-
Elektronarzędzia	√-	∅	√-
Obróbka tradycyjna	√+	√	√+
Technologia Sponge-Jet	√+	√+	√+

Rys. 6. Porównanie poziomu widocznych i niewidocznych zanieczyszczeń w odniesieniu do profilu powierzchni

Poza zapewnieniem wysokiego poziomu czystości powierzchni urządzenie Sponge-Jet także zapewnia niezwykle niski poziom uszkodzeń podłoża. Może wydawać się to sprzeczne z wieloma doświadczeniami związanymi z procesem usuwania zanieczyszczeń, wielu pozostałości powłok czy korozji. W czasie obróbki wysokociśnieniowej mogą pojawić się deformacje powierzchni, a co za tym idzie konieczność dalszego przygotowanie podłoża dla zapewnienia lepszej przyczepności powłoki. Obróbka wysokociśnieniowa wiąże się także z wysokim poziomem zapylenia, co skutkuje osadzaniem się mikrocząsteczek pyłu na przygotowywanej nawierzchni oraz emisją niebezpiecznych substancji. Emisja cząstek lotnych zagraża wykonującym prace pracownikom czy to w związku z narażeniem na oddziaływanie na drogi oddechowe czy też urazy np. oczu.

Ścierniwo gąbczaste Sponge-Jet Media™ natryskiwane jest na powierzchnię za pomocą sprężonego powietrza. Pod wpływem uderzenia pochłaniają one energię zderzenia, spłaszczają oderwane cząstki zanieczyszczeń powierzchni zasysając je i tłumiąc odpryskiwanie. Proces ten prezentuje rysunek nr 7.



Rys. 7. Porównanie piaskowania do ścierniwa „Sponge Media”

Ścierniwo gąbczaste Sponge-Jet Media™ dostępne jest w wielu odmianach dzięki czemu możliwe jest dostosowanie właściwej metody do różnych wymagań, poczynając od niezwykle trudnej obróbki jaką jest zdzieranie pozostałości rdzy na platformie wiertniczej a kończąc na wyjątkowo delikatnym usuwaniu osadów, jak w przypadku odnawiania delikatnych historycznych elementów i zdobień.

Oszczędność kosztów, bezpieczeństwo pracowników i troska o środowisko naturalne.

Przygotowanie odpowiednio oczyszczonej, właściwie przygotowanej, wysokiej jakości powierzchni przed nałożeniem powłoki to nie jedyne wyzwanie. Istotne jest również zadbanie o bezpieczeństwo pracowników oraz troska o środowisko naturalne podczas procesu obróbki strumieniowo-ścierniej ale również jej koszty.

Ścierniwa Sponge-Jet Media™ pochłaniają energię zderzenia, zmniejszają rykoszetowanie a także redukują emisję szkodliwego zapylenia oraz eliminują niebezpieczeństwo poślizgnięcia się - jak np. w przypadku stosowania śrutu stalowego. Dzięki wspomnianym właściwościom tego wyjątkowego ścierniwa istnieje możliwość wykonywania obróbki strumieniowej równoległe do innych prowadzonych w pobliżu prac jak i w sąsiedztwie pracujących urządzeń. Wszystko to pozwala na redukcję kosztów związanych z przestojami oraz znacznie skraca czas potrzebny na wykonanie prac.

Zastosowanie technologii
Sponge-Jet



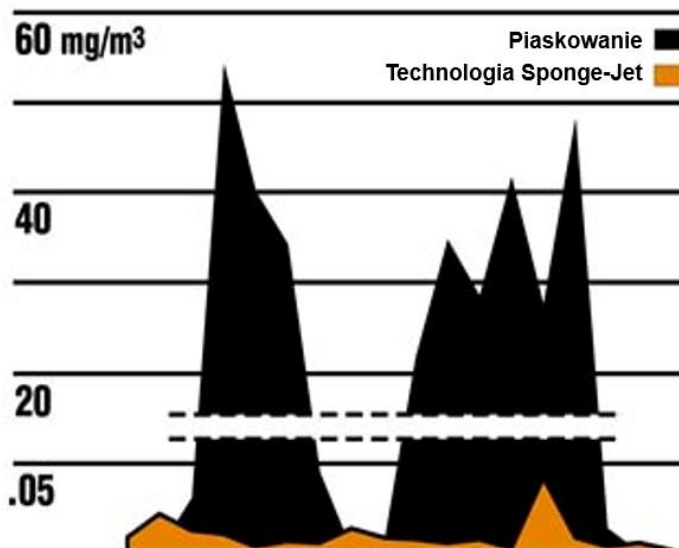
Tradycyjna obróbka strumieniowa



Nowoczesne ścierniwa wbudowane w gąbki Sponge Media™ zmniejszają poziom zapylenia o 98% w porównaniu do tradycyjnych ścierniw.

Rys. 8. Zastosowanie urządzenia Sponge-Jet a tradycyjna obróbka strumieniowa

Wpływ na środowisko naturalne to także istotna kwestia dla wielu firm. Zastosowanie ścierniwa Sponge-Jet Media™ znacznie redukuje stopień zanieczyszczenia środowiska przy równoczesnym zmniejszeniu kosztów wykonywania prac. Technologia Sponge-Jet pozwala na minimalizację zapylenia podczas obróbki strumieniowo-ścierniej ponieważ urządzenie Sponge-Jet wychwytuje zanieczyszczenia powstałe podczas uderzenia o obrabianą powierzchnię, a następnie segreguje i oczyszcza ścierniwo do ponownego użycia. Dane uzyskane przez próbniki pasywne do badań powietrza pokazują dobitnie: obróbka strumieniowo-ścierna przy pomocy żużlu węglowego (szlaki) wytwarza do 5500 razy więcej pyłu niż przy zastosowaniu ścierniwa Sponge Media™. (Rys. 9).



Rys. 9. Porównanie szkodliwych substancji chemicznych w powietrzu

Zastosowanie Sponge-Jet Media™ to także zmniejszenie kosztów transportu i utylizacji dzięki zastosowaniu recyklingu oraz oszczędność czasu, pracy i pieniędzy poprzez przyspieszenie obróbki i nakładania powłoki ponieważ istnieje możliwość natychmiastowej oceny podłoża, i wreszcie ochrona pracowników i osób postronnych (zmniejszone rykoszetowanie i redukcja zapylenia).

Wnioski:

Gdy istnieje konieczność przygotowania podłoża najistotniejsze wydają się:

- Wysoka jakość przygotowanego podłoża o doskonałych właściwościach adhezyjnych
- Niska emisja cząstek lotnych, ograniczenie osadzania się ich na powierzchni
- Powierzchnia wolna od wszystkich wykrywalnych poziomów zanieczyszczeń typu: rozpuszczalne w wodzie sole żelaza, chlorki i siarczany

Proces przygotowania podłoża przed nałożeniem powłoki powinien zapewnić najlepszą możliwą jakość powierzchni przy równoczesnym minimalnym wpływie na środowisko naturalne, niskim stopniu zagrożenia wobec wykonującej pracę obsługi oraz niewielkich kosztach prac.

Niskopylący, nisko-rykoszetowy umożliwiający recykling ścierniw system Sponge-Jet pozwala na przygotowanie powierzchni o najwyższych parametrach, spełniając wszystkie wspomniane warunki równocześnie dodatkowo oferując szeroka gamę materiałów ściernych dostosowanych do różnych warunków.

Literatura:

M. Zecchino, Veeco Instruments, "Characterizing Surface Quality: Why Average Roughness is Not Enough" (, www.veeco.com (dostęp: 2010).

ISO 25178-2:2012 "Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface Texture: Areal – Część 2. Terms, Definitions and Surface Texture Parameters"

C.A. Brown and S. Siegmann, "Fundamental Scales of Adhesion and Area-scale Fractal Analysis," Metrology and Properties of Engineering Surfaces, 8th International Conference, Huddersfield 26-27 Kwiecień 2000