

Renesans czyszczenia laserowego zabytków

Technologia laserowej renowacji zabytków ma swoje początki w latach 70. XX wieku i do tej pory kojarzy się z punktowym czyszczeniem płamką o średnicy do kilku/kilkunastu milimetrów. Ostatnie lata szybkiego rozwoju technologii pozwoliły częściowo zautomatyzować proces usuwania nawarstwień i wyeliminować jego niedoskonałości, ale także zmniejszyć rozmiary urządzeń. W związku z tym zaczęły powstawać mobilne, ręczne systemy czyszczące, które zapewniają wysoką jakość czyszczonej powierzchni oraz osiągają niespotykaną dotychczas wydajność. Główną zaletą aktualnych rozwiązań jest zautomatyzowane czyszczenie powierzchni o wymiarach nawet do kilkunastu centymetrów szerokości i wysokości.

Ablacja laserowa

Każde z tych urządzeń opiera się na procesie ablacji laserowej, czyli wytworzeniu silnie skoncentrowanego, lecz bardzo krótkiego impulsu laserowego do odparowania zanieczyszczeń z powierzchni czyszczonego obiektu do stanu gazowego.

Istota całego procesu oczyszczania zabytków polega na doborze odpowiedniej długości fali światła oraz parametrów wiązki lasera zarówno do czyszczonej powierzchni, jak i usuwanych zabrudzeń. Jest to nie lada wyzwanie dla osób zaczynających swoje doświadczenie z laserami. Na rynku jest coraz większy wybór aparatury, którą można znaleźć pod hasłem „czyszczenie laserowe” lub „ablacja laserowa”. Zdecydowana większość z nich to urządzenia przemysłowe pozwalające pracować wyłącznie z powierzchniami metali. Sprzęt ten może być niebezpieczny dla obiektów zabytkowych (pomimo określania tej technologii jako bezinwazyjnej), a rezultat tego procesu leży zarówno w rękach operatora, jak i samego urządzenia.

Dobór technologii

Nowoczesne źródła laserowe pozwalają tworzyć bardzo uniwersalne urządzenia czyszczące, których zakres parametrów umożliwia oczyszczanie niemalże każdej powierzchni obiektów zabytkowych. Nie jest to jednak możliwe bez dodatkowych rozwiązań, które stosuje się jednocześnie na poziomie przygotowania rozkładu energii impulsu lasera, automatyzacji jej przesuwania w osiach X i Y oraz kalibracji za pomocą odpowiednio przygotowanego oprogramowania. Aby uzyskać wymaganą jakość w branży konserwacji zabytków, niezbędna jest korelacja doświadczenia operatora z najnowszymi rozwiązaniami technologicznymi.

Skannery 1D

Jednym z pierwszych kroków automatyzacji było zastosowanie głowicy ze skanerem galwanometrycznym 1D w osi X. Rozwiązanie to umożliwia automatyczne przesuwanie płamki lasera wzdłuż jednej osi (lewo/prawo). Efektem tego rozwiązania jest możliwość czyszczenia „linią”. Zauważono jednak, że jednocześnie powstaje tak zwany efekt przeczyszczenia na brzegach skanu. Wynika on z charakteru pracy skanera, który, przesuując płamkę do końca pola roboczego, musi ją wyhamować i rozpocząć jej przesuwanie w drugą stronę. Wyhamowanie płamki na brzegach skanu powoduje dłuższą ekspozycję powierzchni na jej działania, niż w przypadku całej szerokości skanu. Prowadzi to do przeczyszczenia brzegów skanu i powstawania widocznych śladów na czyszczonej powierzchni.

Nie jest to jedyny problem skanerów 1D w zastosowaniach konserwatorskich. Aby oczyścić pole robocze w osi X i Y, należy ręcznie przesuwać głowicę w osi Y (górze/dół). Powoduje to nie tylko analogiczny problem nierównomiernej ekspozycji powierzchni na działanie lasera i czyszczenia powierzchni całego pola



robotycznego. Zbyt długie przytrzymanie lasera w jednym miejscu stwarza ryzyko uszkodzenia powierzchni. W zależności od materiału jego degradacja może się to objawiać w różny sposób, np. lico czerwonej cegły będzie szarzało, w piaskowcu mogą powstać widoczne wgłębienia, a drewno może zostać przypalone.

Skanery 2D

Zastosowanie drugiego silnika galwanometrycznego w głowicy lasera pozwoliło na stworzenie skanera działającego w osiach X i Y. Dzięki temu znacząco ograniczono wpływ ruchu ręką operatora, zmniejszono ryzyko związane z uszkodzeniem materiału oraz poprawiono równomierność i estetykę efektu czyszczenia. W zależności od zastosowanej soczewki, skanery tego typu pozwalają automatycznie oczyścić powierzchnię o wymiarach nawet 18 × 18 cm. Wystarczy wcisnąć przycisk emisji promieniowania oraz trzymać głowicę urządzenia nieruchomo.

Tego typu skan zapewnia największą wydajność czyszczenia i równomierne pokrycie powierzchni, lecz pomimo znaczącej poprawy bezpieczeństwa powierzchni i jakości czyszczenia, dalej występuje problem efektu przeczyszczenia. Znalazienie rozwiązania okazało się trudniejsze niż się spodziewano. W związku z tym część producentów zaczęła stosować mniej wydajne skany w postaci ścieżek o kształcie okręgu, sinusoidy lub tym podobnych. Ich geometria (np. okrąg) pozwala przesunąć płamkę ze stałą prędkością bez jej wyhamowania w poszczególnych partiach. W rozwiązaniu tym zniknął efekt przeczyszczenia, lecz powróciły problemy nierównomierności pokrycia powierzchni i możliwości jej uszkodzenia.

Nieliczni producenci urządzeń czyszczących zdołali opracować skan X i Y niemal do perfekcji. Urządzenia z takim skanem wyróżniają się znaczącymi wydajnościami, dzięki czemu można stosować je z powodzeniem zarówno do oczyszczania rzeźb czy portali wejściowych, jak i do prac wielkopowierzchniowych, takich jak elewacje.

Przyszłość czyszczenia laserowego

Proces laserowej renowacji zabytków od zawsze spełniał najwyższe standardy jakości, natomiast jeszcze nigdy nie był tak wydajny i tak łatwo osiągalny. Z roku na rok zauważamy coraz większy postęp technologii i inwestujemy w najnowsze rozwiązania. Jesteśmy przekonani, że rynek czyszczenia laserowego zaczyna się tworzyć od nowa i jest to przyszłościowa metoda usuwania nawarstwień w konserwacji zabytków.

