

dr inż. Piotr Wolszczak, dr inż. Radosław Cechowicz
Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Automatyzacji

Metodyka kształcenia operatorów CNC

Streszczenie

W pracy przedstawiono metodykę efektywnego kształcenia w zakresie programowania i obsługi maszyn CNC. Zwrócono uwagę na stan wiedzy uczestników kursów; sformułowano wymagania w zakresie metodyki kształcenia oraz omówiono niezbędne techniki kształcenia. Przedstawiona dyskusja bazuje na doświadczeniach własnych autorów.

1. Wprowadzenie

Wzrost zastosowań nowoczesnych obrabiarek sterowanych numerycznie w naszym kraju wymaga specjalistycznych kursów programowania i obsługi tego rodzaju maszyn. W prowadzonych przez autorów kursach „Operator maszyn CNC” biorą udział osoby o różnym przygotowaniu zawodowym i różnym poziomie wykształcenia. Na podstawie danych zebranych o uczestnikach kursów można wyróżnić następujące grupy:

- pracownicy warsztatów mechanicznych wykonujący proste czynności ręczne,
- mechanicy, ślusarze, operatorzy obrabiarek konwencjonalnych,
- operatorzy maszyn CNC (duża część uczestników),
- pracownicy kadry zarządzającej (mistrzowie, kierownicy) personelem obsługi maszyn CNC,
- osoby w trakcie przebranżowienia, poszukujące pracy, zagrożone wykluczeniem zawodowym,
- studenci.

W zakresie znajomości i doświadczenia w pracy z maszynami CNC uczestnicy kursu podstawowego charakteryzowali się dużym zróżnicowaniem: od poziomu zerowego po kilkuletnie doświadczenie w pracy na stanowisku operatora maszyny CNC (nawet wieloosiowej).

Osoby te zróżnicowane były również poziomem wykształcenia, co w szczególności w przypadku osób z niskim wykształceniem wiązać się mogło z brakiem umiejętności samokształcenia. Z tego powodu konieczne było dostosowanie specjalnych metod i materiałów dydaktycznych umożliwiających efektywne kształcenie grup o znacząco zróżnicowanym poziomie przygotowania wstępnego.

W przypadku dużej liczby uczestników konieczne było przeprowadzanie testów kwalifikacyjnych, w celu dokonania podziału na grupy początkujących i zaawansowanych. Dla każdej z grup został dostosowany program szkolenia.

Innym zastosowanym kryterium dostosowywania programu szkolenia, preferowanym przez autorów, była analiza potrzeb (pracowników i ich pracodawców) oraz poziom ich przygotowania wstępnego. Analiza taka dokonywana była co najmniej dwa razy w trakcie

realizacji kursu:

- po pierwszych zajęciach, po poznaniu uczestników i zweryfikowaniu ich wiedzy oraz,
 - po zakończeniu pierwszego etapu kursu, na podstawie wyników egzaminu końcowego oraz ankiet oceny szkolenia wypełnianych przez uczestników.
- Dzięki ewaluacji, szkolenia tak organizowane zachowują swoją efektywność.

2. Stan bieżący

W obecnych warunkach, na które składają się:

- zwiększone zapotrzebowanie na personel obsługi maszyn CNC,
- niskie ogólne wykształcenie techniczne absolwentów szkół,
- brak przygotowania do pracy warsztatowej, (lub: nieznajomość zagadnień związanych z pracą w warsztacie maszyn CNC),
- zmiana branży związana ze zmianą pracy.

Ponadto w naszej ocenie bardzo ważne okazały się podjęte próby działań polegających na:

- standaryzacji programów kształcenia [1], [2] oraz,
- dostosowywaniu technik nauczania do potrzeb poszczególnych grup uczestników szkoleń.

W ramach standaryzacji określono przede wszystkim wymagania stawiane operatorom maszyn CNC. Analizując programy szkoleń zawodowych operatorów obrabiarek sterowanych numerycznie publikowane przez Ministerstwo Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej oraz inne instytucje oferujące tego rodzaju kursy i szkolenia dostrzec można dysproporcję pomiędzy zakresem szkolenia a czasem trwania kursu. W przypadku szkolenia zawodowego wg Ministerstwa powinien on trwać od 150 do 200 h. W praktyce kursy te trwają od 16 do 40 h [1]. Realizacja krótkich, syntetycznych szkoleń zamiast obszerniejszych, kilkumiesięcznych szkoleń zawodowych, spowodowana jest prawdopodobnie możliwościami i potrzebami rynku pracy. Częste migracje specjalistów zmuszają pracodawców do poszukiwania krótkich szkoleń, dostosowanych do bieżących potrzeb. Realizacja takich kursów specjalistycznych rodzi niebezpieczeństwo obniżenia jakości i efektywności szkolenia. Konieczne zatem jest wykorzystywanie w trakcie realizacji programów nauczania specjalnych metod, technik i materiałów dydaktycznych, których przykłady i sposób wykorzystania przedstawione zostały dalej.

3. Wymagania w zakresie metodyki

Obsługa maszyn sterowanych numerycznie wymaga od operatorów przygotowania teoretycznego, umiejętności praktycznych obejmujących różne dziedziny inżynierii, m.in.:

- technologię obróbki skrawaniem,
- obsługę komputera,
- programowania maszyn CNC,
- planowania technologii z użyciem systemów CAM.

Dodatkowo od operatora maszyn CNC wymagana jest często wyjątkowa odpowiedzialność związana z BHP. W zakresie obowiązków operatora znajdują się czynności podstawowe, takie jak:

- uruchamianie i
 - nadzorowanie pracy obrabiarki.
- Ponadto do operatora należy:
- ocena jakościowa wykonanej obróbki,
 - przeprowadzenie pomiaru uzyskiwanych charakterystyk jakości,
 - zmiana parametrów obróbki,
 - dobór narzędzi,
 - umieszczanie narzędzi w magazynie obrabiarki,
 - wprowadzenie korekt geometrycznych,
 - modyfikacja programu obrabiarki sterowanej numerycznie.

Czynności te wykraczają znacznie poza standardowy zestaw działań przewidziany dla operatora, ponieważ obejmują one czynności znajdujące się zazwyczaj w zakresie obowiązków ustawiacza i technologa.

Przyczyną takiej sytuacji jest pojawianie się maszyn CNC w małych firmach. W sytuacji, gdy w zakładzie jest tylko kilka obrabiarek i są to maszyny różnego przeznaczenia.

Biorąc pod uwagę warunki i przedstawione wymagania stawiane operatorom obrabiarek CNC zasadne wydaje się przygotowywanie programów krótkich szkoleń o stopniowanym poziomie wiedzy i umiejętności uczestników, tak by po zakończeniu pierwszego etapu kształcenia oraz kilkumiesięcznej praktyce mogły być realizowane kolejne stopnie kształcenia. Mając na uwadze takie metody kształcenia autorzy proponują następujące etapy kursów:

- etap 1: Podstawy obsługi maszyn CNC,
- etap 2: Programowanie i obsługa maszyn CNC,
- etap 3: Zaawansowane programowanie maszyn CNC.

4. Techniki szkolenia

W celu prawidłowego przygotowania uczestnika kursu do wykonywania obowiązków operatora maszyny CNC w trakcie krótkoterminowego, intensywnego kursu zajęcia realizowane powinny być zróżnicowane w swojej formie. Przewiduje się następujące formy kształcenia:

- wykłady informacyjne,
- ćwiczenia rachunkowe,
- ćwiczenia z wykorzystaniem symulatora maszyny CNC,
- ćwiczenia praktyczne w środowisku laboratoryjnym oraz
- ćwiczenia i demonstracje na stanowisku pracy.

W związku z przedstawionym we wstępie początkowym stanem przygotowania uczestników wskazane wydaje się zastosowanie wymienionych poniżej technik i materiałów wspomagających kształcenie osób po przerwie w edukacji i nie posiadających wypracowanej umiejętności samokształcenia.

Materiały szkoleniowe do uzupełnienia

Wykłady intensywnych kursów specjalistycznych są wyjątkowo trudną formą zajęć. Wymagają długotrwałego skupienia, rozumienia i zapamiętywania. W przypadku szkolenia osób nieposiadających umiejętności samokształcenia zapewnienie odpowiedniej literatury również nie rozwiązuje problemu. Z tego powodu autorzy podczas szkoleń wykorzystują specjalnie przygotowane skrypty do samodzielnego uzupełniania. Zawierają one treści przekazywane podczas wykładów, w których opuszczono wybrane krótkie fragmenty tekstu. Przed rozpoczęciem wykładu uczestnicy informowani są o redakcji skryptu i proszeni o śledzenie wykładu i równoległe, samodzielne uzupełnianie treści. Praca z tak przygotowanym skrypcem jest efektywna, a jednocześnie nie utrudnia sporządzania własnych notatek. W tym celu skrypt wydrukowany jest jednostronnie. Strony czyste mogą być używane jako wspomniane miejsce na notatki i rysunki.

Autorzy testowali zastosowanie materiałów szkoleniowych w postaci: książek, luźnych kartek i zeszytów przechowywanych w tekturowej teczce. Jednak pojedynczy skrypt zawierający materiał szkoleniowy, ćwiczenia i będący jednocześnie miejscem na notatki okazał się najwygodniejszy.

Zastosowanie multimedii

W trakcie nauki bardzo pomocnymi materiałami są różnego rodzaju multimedia obejmujące: dźwięk, hipertekst, fotografie, animacje i filmy [3]. Według literatury zastosowanie multimedii w procesie nauczania podnosi jego skuteczność o 56%, zrozumienie treści 50-60% oraz przyspiesza tempo uczenia o 60%, co daje 40-70 % oszczędność czasu [4]. Jednocześnie pamiętać należy, że zbytne nasycenie wykładu multimediami powoduje rozleniwienie słuchaczy i obniża jakość kształcenia.

W procesie szkolenia operatorów maszyn CNC stosowane są:

- filmy i zdjęcia ilustrujące zjawiska występujące w układzie o-p-n (obrabiarka - przedmiot – narzędzie),
- filmy prezentujące maszyny różnego typu,
- program symulujący przebieg obróbki,
- program emulujący panele operatorskie różnych typów maszyn.

Zapewnienie możliwości wykonywania ćwiczeń domowych – bezpłatny symulator

Kolejnym elementem szkolenia operatorów maszyn numerycznych, a także osób bez doświadczenia w pracy w warsztacie jest szkolenie z wykorzystaniem symulatora maszyn CNC. Użycie symulatora pozwala na wprowadzanie zagadnień związanych z obsługą i programowaniem maszyn CNC w sposób tematyczny. Różnego rodzaju symulatory wykorzystane mogą być do:

- przygotowania obsługi konkretnego panelu operatora,
- nabycia umiejętności programowania w określonej składni i innych.

Jednoczesne wprowadzanie w trakcie szkolenia wielu zagadnień związanych z technologią, obsługą, programowaniem i bezpieczeństwem utrudnia uczestnikom ich zrozumienie, a nawet uporządkowanie w odpowiedniej kolejności.

W przypadku tego rodzaju ćwiczeń wskazane jest zadawanie prac kontrolnych z wykorzystaniem bezpłatnie dostępnych programów symulujących ruchy narzędzi maszyny CNC oraz wydrukami schematów paneli operatorskich.

Etap ten stanowi przygotowanie do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych z użyciem

maszyn dydaktycznych.

Ćwiczenia laboratoryjne z użyciem maszyn dydaktycznych

Ćwiczenia z wykorzystaniem maszyn dydaktycznych polegają na wprowadzaniu samodzielnie napisanych programów obróbki na podstawie rysunku części, przygotowaniu maszyny do pracy i wykonaniu części. Jako materiał obróbki stosowane powinny być materiały lekkie, w przypadku których skutki ewentualnych kolizji nie będą niebezpieczne dla uczestników szkolenia lub sprzętu, z zastosowaniem np. pianki poliuretanowej lub wosku. W trakcie tych ćwiczeń uczestnicy oswajają się maszynami, co ułatwia im późniejsze wykonywanie zadań na maszynach o gabarytach i mocy stosowanych w przemyśle.

Floor Tour, czyli ćwiczenia i demonstracje w zakładowym warsztacie maszyn CNC

Często występującym elementem w ramach szkoleń jest demonstracja użycia maszyn. Etap ten zwykle jest jedynym podczas kursu kontaktem z maszynami. Jednocześnie podkreśla się wyższość szkolenia na stanowisku w pracy w stosunku do szkolenia w warsztatach szkolnych [5]. Kierując się tą wskazówką, z jednoczesnym ograniczeniem czasu trwania kursu, opracowano specjalny program szkolenia warsztatowego. Umożliwia on uczestnikom kursu bardzo szybkie nabycie umiejętności związanych z obsługą maszyn. Z drugiej jednak strony wymaga zaangażowania zwiększonej liczby trenerów.

Szkolenie warsztatowe odbywają się w Zakładzie Produkcyjnym na wydzielonych maszynach lub gniazdach maszyn, do których przyporządkowane są zestawy czynności oraz trenerzy. Grupa uczestników szkolenia dzielona jest na małe 2-osobowe zespoły, które otrzymują na poszczególnych stanowiskach instruktaż i realizują określone zadania. Zespoły na każdym stanowisku przebywają przez 45 minut, po czym następuje przejście do kolejnych stanowisk.

Przewidziany zestaw czynności powinien być dobrany w taki sposób, aby możliwe było jego 3-krotne wykonanie przez obu członków zespołu w czasie 45 minut.

Przykładowe zestawy czynności mogą obejmować:

Zestaw I – maszyna 2 lub 3-osiowa lub gniazdo maszyn:

- włączanie maszyny,
- znajdowanie punktów referencyjnych,
- wprowadzanie programów do pamięci maszyny.

Zestaw II – maszyna 3-osiowa:

- mocowanie imadła, ustawianie równoległości,
- mocowanie materiału,
- pomiar i wprowadzanie do maszyny punktu referencyjnego programu.

Zestaw III – maszyna 2 lub 3-osiowa:

- umieszczanie narzędzi w magazynie,
- przywoływanie narzędzi według numerów,
- pomiary narzędzi.

Obsługa 12-osobowej grupy uczestników wymaga zaangażowania co najmniej 6 trenerów i 6 maszyn (stanowisk). Wydawać by się mogło, że tak rozbudowane szkolenie przyczyni się do dezorganizacji pracy warsztatu maszyn CNC. Jednak dzięki sprawnej organizacji, wykonywaniu zaplanowanych czynności i jasnym określeniu funkcji trenerów,

taka forma szkolenia okazują się też możliwa do realizacji w Zakładzie Produkcyjnym, bez narażania go na straty.

Egzamin – Quiz ostatnim elementem uczenia i weryfikacji

W celu uzyskania formalnej oceny przygotowania do pracy osoby szkolonej wykorzystujemy sprawdzian wiedzy w formie quizu. Pytania stawiane w teście dotyczą sytuacji występujących na stanowisku pracy operatora maszyn CNC, a zakresem obejmują maszyny 2 i 3 osiowe. Taka forma sprawdzianu okazuje się wysoce efektywna, ponieważ poza sprawdzeniem stanu wiedzy posiada również wartość dydaktyczną. Oznacza to, że w trakcie jego rozwiązywania uczestnicy utrwalają zdobytą wiedzę. Poprzez określenie w pytaniach warunków, np. „uruchamiany jest program wykonywany uprzednio przy nowym ustawieniu maszyny” i przedstawienie problemu odpowiednio porządkuje nabytą wiedzę.

5. Podsumowanie

Na podstawie doświadczeń autorów zdobytych podczas prowadzenia specjalistycznych szkoleń personelu obsługi maszyn CNC stwierdzić można konieczność ciągłego rozwoju i dostosowywania programów szkolenia. Konieczność ta wynika z rozwoju techniki oraz sytuacji na rynku pracy. Profil obecnego inżyniera kojarzyć się powinien z pojęciem kształcenia ustawicznego. Odpowiednim miejscem do kształcenia ustawicznego są wyższe uczelnie techniczne, w których poza wiedzą teoretyczną zawartą w programie studiów oferowane są szkolenia specjalistyczne pozwalające nabyć różne umiejętności zawodowe. W ten sposób uczelnie pozostają w stałym kontakcie z absolwentami, co przyczyni się do rozwijania innych form współpracy Uczelni i Zakładów. Dodatkową korzyścią wynikającą z organizacji takich kursów na wyższych uczelniach technicznych jest uzupełnienie godzin pensum w przypadku roczników niżej demograficznego.

Literatura

1. Figurski J. i in.: *Standard kwalifikacji zawodowych dla zawodu Operator obrabiarek sterowanych numerycznie*. Baza danych Ministerstwa Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej „Standardy kwalifikacji zawodowych”, rejestr R-48, wersja W-1, <http://www.standaryizskolenia.praca.gov.pl>, Warszawa 2004
2. Gabor A., Poloczek G., Olsza M.: *Modułowy program szkolenia zawodowego dla zawodu Operator obrabiarek sterowanych numerycznie (kod zawodu:821107)*. Baza danych Ministerstwa Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej „Modułowe programy szkolenia zawodowego”, rejestr R-160, wersja W-1, <http://www.standaryizskolenia.praca.gov.pl>, Warszawa 2004
3. Lis J. F.: *Społeczno-pedagogiczna użyteczność technologii informacyjnych*. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin, 2007
4. Jędrzykowski J.: *Prezentacje multimedialne w procesie uczenia się studentów*. Wydawnictwo Adam. Toruń 2005
5. Wasyluk J.: *Podręcznik dydaktyki medycznej*. DOCEO, Warszawa 1998

Methods of education for CNC operators

Summary

In this paper, the requirements for effective training of CNC operators and programmers are outlined. The authors, basing on their teaching experience, define the factors that are essential for effective teaching: course tailored to the student's knowledge and experience, focus on practical knowledge, active studying, self-study, etc. The outlined methodology was successfully applied during the CNC courses organised for employees from various Polish companies from the Lublin region.