

בטיחות בעבודות תחזוקה של מכונות CNC

לכל מכונת CNC מצורפות הוראות יצרן, כיצד יש לתחזק אותה וכיצד להחליף רכיבים פגומים. אנשי התחזוקה חייבים לקבל מידע מלא, וכן עדכון שוטף, בנוגע למכונת ה-CNC, כולל שינויי תוכנה או חומרה שבוצעו במכונה וההשפעות שיש לעדכונים / שינויים על הסיכונים ועל מנגנוני הבטיחות. אנשי אחזקה חייבים לבצע הליך סגירה ונעילה של המכונה מפני אפשרות להפעלתה בשוגג (tagout/lockout), ולבצע הליך בחינה עפ"י הוראות היצרן. לפני ביצוע עבודות התחזוקה, יש לוודא שנטרלו כל מקורות האנרגיה המסוכנים.

שלבים בתהליך הדממת המכונה:

1. יש להודיע למפעילים הרלוונטיים על הדממת המכונה לצורך תחזוקה;
2. איש התחזוקה המוסמך חייב להכיר את פעולות המכונה, עוצמתה והסיכונים ממקורות האנרגיה השונים הכלולים בהפעלתה, ולהיות בקי בשיטות הבקרה וההפעלה;
3. סגירת המכונה או הדממתה תהיה עפ"י הליכי ההדממה הרגילים;
4. לאחר ההדממה, יש לנתק את מקורות הזנת האנרגיה של המכונה;
5. יש לנעול את מקורות האנרגיה המנותקים, ולסמן בשלטי אזהרה, למניעת הפעלה בשוגג;
6. יש לנתק או לפרוק אנרגיות שיוריות, כגון: קפיצים דרוכים; קבלים טעונים; לחצים הידראוליים; חלקים מכניים מורמים; לחצי אוויר וכו';
7. יש לוודא שהמכונה מנותקת ממקורות האנרגיה שלה, ע"י ניסיון להפעילה במתג הפעלתה, רק לאחר שברור כי אין מפעילים באזורים מסוכנים.

**כעת המכונה מוכנה לתחזוקה או לטיפולים.
נדרשת תשומת לב לצורת הפירוק וההרכבה ולמשקלם של הרכיבים**

לאחר סיום עבודות התחזוקה או הטיפולים יש להפעיל את המכונה כלהלן:

1. בדוק את סביבת המכונה. ודא שאין בסביבה כלי עבודה, ברגים וחלקים שאינם שייכים למכונה. ודא שהמכונה מורכבת כהלכה ומוכנה להפעלה;
2. ודא שמפעילים לא חיוניים אינם נוכחים באזורים מסוכנים, והמפעילים החיוניים מוגנים באמצעות מיגון אישי מתאים, ונמצאים במקומות הנדרשים;
3. הסר את הנעילות ושלטי האזהרה והפעל את מקורות האנרגיה;
- הערה: הסרה של חלק מהחסימות מחייבת ביצוע תהליכים מקדימים בחלק מהמכונות.
4. הודע למפעילים הרלוונטיים על סיום פעולות התחזוקה וטיפולים.

תוכניות תחזוקה שבהן זוכה אלמנט הבטיחות בעדיפות גבוהה. הן בד"כ יתוכניות מניעה ולא יטיפול שבר. תוכניות המניעה מאפשרות תכנון וארגון מוקדם, ואינן יוצרות לחץ לביצוע קיצורי דרך בתהליך תיקון המכונה.

תחזית תחזוקה, המתבססת על מידע שנצבר מאליו במהלך פעולת המכונה, במשולב עם הנחיותיו של היצרן, מאפשרת להחליף חלקים פגומים (כולל כלי העיבוד), לפני הגיעם לכשל. בדרך זו עולה רמת הבטיחות. שילוב תוכניות איבחון, כולל חישובי בלאי לכלי העיבוד במכונת ה-CNC יכול לסייע רבות

בתהליך האחזקה ומניעת הכשל, ולהגברת הבטיחות. האיבחון ייעשה באמצעות חיישנים, כגון: מדי רעידה, מדי-חופש וכו', אשר יתריעו מבעוד מועד על בלאי מכני. טיפול במכונות CNC, הכולל פעולות המבוצעות בתוך האזור המסוכן ותוך כדי הפעלת המכונה או חלקים ממנה, יבוצע ע"י 'אדם כשיר' - אשר קיבל מינוי בכתב לבצע פעולות במכונות שבתנועה. ציוד המיגון האישי של איש התחזוקה ייקבע בהתאם לרמות הסיכונים של סביבת העבודה, בכל מקום בנפרד.

הפעלת אמצעי בטיחות במפעל

המעסיקים חייבים ליצור מחיצות בטיחות וגידור בטיחותי כדי לבדד בבירור את אזורי הסכנה. אזורים אלה גם חייבים להיות משולטים באופן ברור בשילוט הכתוב בעברית. דוגמה לשילוט כללי למכונת CNC:

1. קרא היטב, עד שתבין, את חוברת הוראות ההפעלה, כולל האזהרות המופיעות על המכונה לפני ההפעלה.

אי הבנת ההוראות והאזהרות עלול לגרום תאונה קטלנית.

2. מכונה זו מופעלת וזזה בצורה אוטומטית! לעולם - אל תמקם חלקים מגופך ליד או על חלקים זזים במכונה.

3. ודא עצירה מוחלטת של הכוש בטרם נגיעה בחלקים מעובדים, חלקי מכונה, כלים או הכוש.
4. אל תפעיל את המכונה לפני שכל המגניים, המנעולים הפנימיים ושאר מנגנוני ההגנה תקינים ונמצאים במקומם.

5. נעל את כלי הדפינה ואת כלי השיבוב בצורה בטיחותית.

6. הסר מעליך טבעות, שעונים ותכשיטים; הדק בגדים חופשיים ואסוף את השיער - כל אלה עלולים להיתפס במכונה.

7. הרכב משקפי מגן, נעלי בטיחות ואוזניות בזמן פעולת המכונה.

8. עבודות תחזוקה או התקנה יבוצעו ע"י גורמים מוסמכים בלבד. כבה את המכונה ונתק את אספקת החשמל; לחץ הידראולי; לחץ אוויר; קיטור וכל מקור אנרגיה לפני ביצוע עבודות תחזוקה.

המכונות או תאי המכונות יצוידו תמיד במפסק לעצירת חירום, שיהיה מסומן בסימון ייעודי (ראה תמונה 7); בחלק מהמכונות, שבהן המפסק מרוחק יחסית ולא ניתן להגיע אליו מכל אזורי העבודה, נדרשים מספר 'מפסקי חירום' סביב המכונה. לצורך ביצוע פעולות שונות באזורים מסוכנים, נדרש לוח הפעלה נייד עם מפסק חירום (ראה תמונה 11).

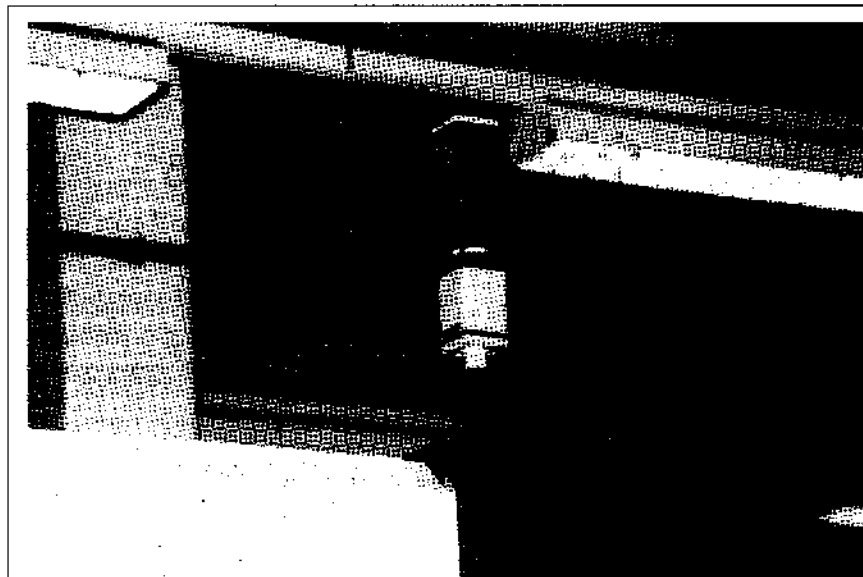
המכונות תהיינה מצוידות באמצעי חיווי ברורים אשר יציינו את מצב פעולת המכונה (חיווי ע"י מנורה או אמצעי מתאים אחר), וכן - באמצעים לחיוויים נוספים, כגון 'מצב עריכה', או 'תקלה', וכו' (ראה תמונה 12).

המיגון הכולל של מכונת ה-CNC ואזור הייצור האוטומטי, חייבים לעמוד בכל תקני הבטיחות הרלוונטיים. שינוע כלי עיבוד יבוצע בעגלה ייעודית, בעלת מיכסה, שימנע סיכוני פגיעה מהכלים החדים (ראה תמונה 13).



תמונה 11

לוח בקרה נייד למכונת CNC גדולה המאפשר ביצוע פעולות כיוון ותחזוקה בטוח. הלוח כולל את הבקרים הבאים: מפסק חירום (emergency stop), שחרור ונעילת כלי העיבוד (tool clamp/unclamp), בחירת ציר התנועה (axis select), הפעלה וכבוי (on/off), והנעה ידנית (hand pulse)

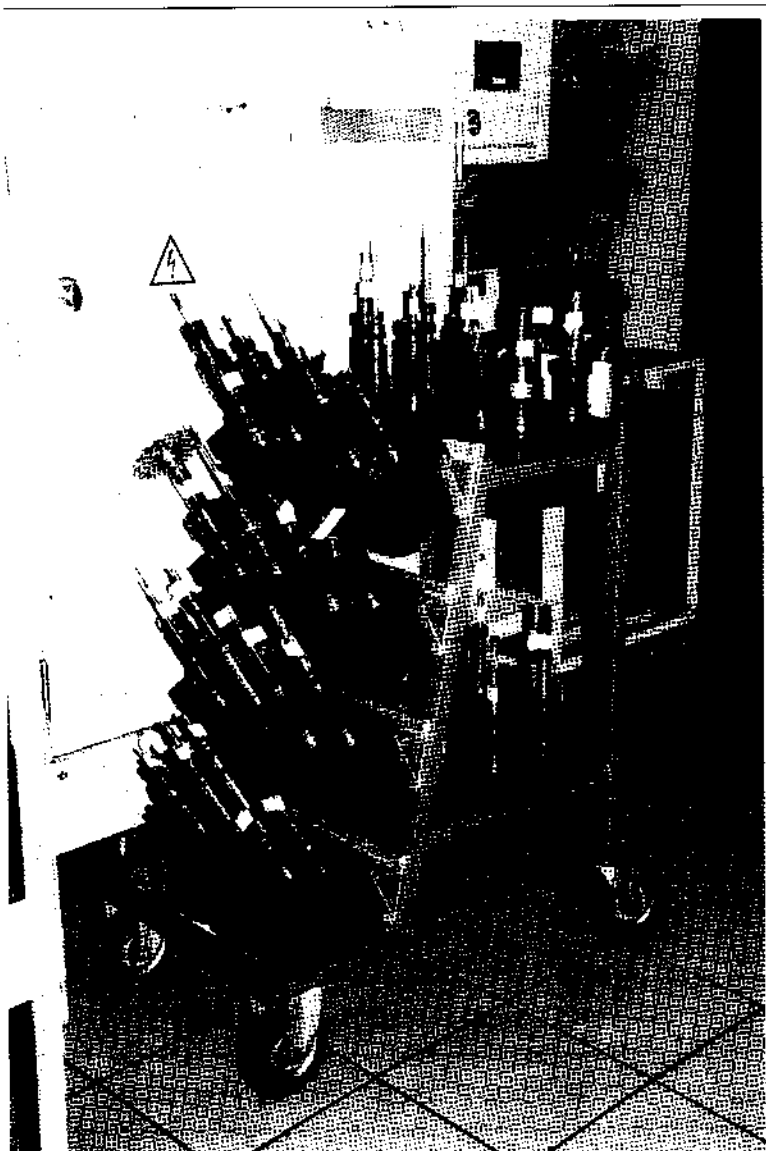


תמונה 12

חיווי מצב מכונת ה-CNC באמצעות 3 אורות:
אור אדום - חיווי תקלה;
אור צהוב - מכונה עומדת לצורך כיוונים, או בנקודת אפס;
אור ירוק - מכונה עובדת



תמונה 11, 12, 13



תמונה 13

עגלת כלי עיבוד, כלי העיבוד חייבים להיות מכוסים במגן פלסטיק שקוף, לדוגמה, למניעת סיכוני פציעות

סיכום

שילוב נכון בין העלאת התפוקה, תוך שמירה על בטיחות העובד, ע"י ייצור בזמן אמת (JIT) במערכת יצור גמישה (FMS) ובתאי יצור גמישים (FMC), יחד עם ניהול התהליך בצורה בטיחותית, הקפדה על תוכניות בטיחות, ומיחשוב של תהליכי התחזוקה - תורמים תרומה נכבדה לבטיחות העובד וליעילות העבודה. אסטרטגיית הבטיחות בייצור ממוחשב תכלול:

- זיהוי יסודי של סיכונים;
- פיתוח בקרת תנאי העבודה, לניטרול הסיכונים, בהתאם לרמות הסיכון השונות.
- הדרכת כל העובדים בתהליכי הייצור והתחזוקה של מכונות ה-CNC.

רשימת מושגים עיקריים בלועזית

CNC (Computer Numerically Controlled) machine tools	מכונות כלים המבוקרות ע"י מחשב ספרתי	1
Single Block	מקטע תכנות בודד	2
Set Up	עריכה	3
Lathe	מחרטה	4
Milling Machine	כרסומת	5
Cutting Oils	שמני קירור	6
Chuck	תפסנית	7
Interlocked Barriers	מחיצות מיגון שהסרתן גורמת להפסקת פעולת המכונה, ואין אפשרות להפעלה בשוגג כל עוד המחיצה לא נסגרה	8
Safeguarding	מנגנוני בטיחות שונים (מיגון וגידור)	9
Hazards / Risk Analysis	ניתוח סיכונים	10
Sensing Guards	חיישני נוכחות	11
Lockout	מפסק להשבתת מכונה למניעת הפעלה בשוגג	12
Tagout	תווית לסימון השבתת המכונה, למניעת הפעלה בשוגג	13
Just in time (JIT)	ייצור בזמן אמת	14
Flexible Manufacture System (FMS)	מערכת ייצור גמישה	15
Flexible Manufacture Cell (FMC)	תא ייצור גמיש של מספר מכונות	16

רשימת מקורות

1. The Safety of CNC and Robot Technology; N. P. Sheehy and A.J. Chapman, UK, 1988;
2. Job Characteristics and Mental and Physical Well-being Experienced by the Operators of CNC, FMS and Conventional Machine Tools; Pentti Seppala and Eva Tuominen, Finland 1991;
3. Job Characteristics and Occupational Safety of Manufacturing Jobs at Different Levels of Automation; M. Mattila and J. Kliviniitty, Finland 1993;
4. Accident Prevention Manual for Business & Industry; National Safety Council, 10th edition, USA, 1992;
5. Occupational Medicine; Third Edition, Carl Zenz, 1994;
6. Encyclopedia of Occupational Health And Safety; ILO, 1998;
7. EEC Machinery Directive - 89/392/EEC;
8. prEN 12415 Machine tools - Safety - Small numerically controlled turning machines and turning centers, 1996;
9. Accident Prevention Manual, Engineering & Technology; 10th edition - National Safety Council, 1992;
10. 1970-תש"ל, פקודת הבטיחות בעבודה [נוסח חדש], תש"ל-1970