

Hervay Péter

## Ágyazások és vázszerkezetek használata a gépiparban

 **NSZFI**  
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

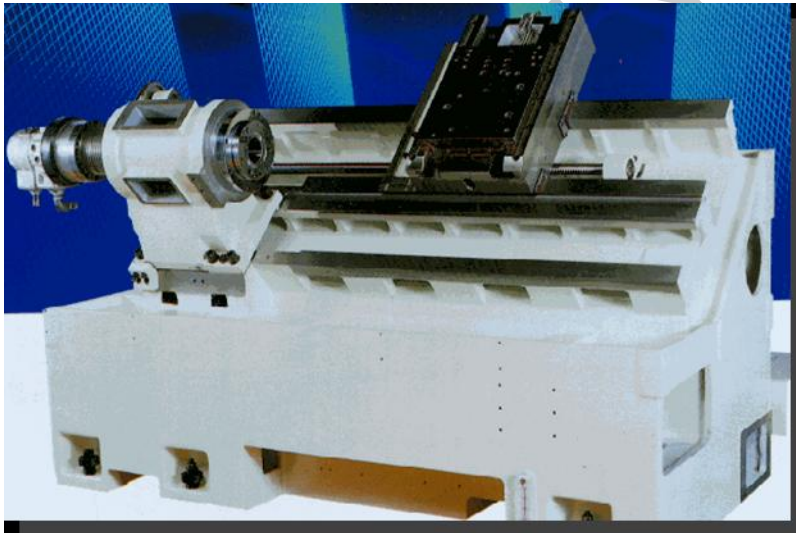
A követelménymodul megnevezése:  
**Gépelemek szerelése**

A követelménymodul száma: 0221-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-014-30

## ÁGYAZÁSOK ÉS VÁZSZERKEZETEK HASZNÁLATA A GÉPIPARBAN

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A szerszámgépek ágya, állványa a gép szerkezeti elemeit fogja össze. Feladata gépen keletkezett erők, nyomatékok, dinamikus hatások, valamint a környezet hatásait hivatott kiegyenlíteni, ellensúlyozni.



1. ábra. Eszterga ágyszerkezete

Ahhoz, hogy a szerszámgépet önállóan tudja kezelni, az ágyak, állványok megmunkálásának specialitásait ismerje, többek között tudnia kell válaszolni az alábbi kérdésekre.

1. Milyen elemekből épül fel egy szerszámgép statikai alrendszere?
2. Melyek az ágyak, állványok főbb szerkezeti anyagai?
3. Melyek a vezetékek feladata és a velük szemben támasztott követelmények?
4. Hogyan osztályozhatjuk a csúszóvezetékeket, hogyan működnek?
5. Melyek a gördülő vezetékek jellemzői?
6. Hogyan határozhatjuk meg az ágyak állványok terhelhetőségét?
7. Hogyan számítjuk ki a vezetékek terhelhetőségét?

Mielőtt a kérdéseket megválaszolná, tanulmányozza át a szakmai információ tartalmát!

## SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

### 1. ÁGYAK, ÁLLVÁNYOK SZEREPE, FELHASZNÁLÁSUK

A gépágyak, állványok külső felületén található a különböző vezetékek, amelyeknek a feladata a szerszámgép elmozduló elemeinek (szánoknak) a pontos vezetése. Az ágyak, állványok belső részeiben, üregeiben helyezkedik el a szerszámgép hajtóműve (hajtóművei), a villamos meghajtó motor, a hűtőrendszer, a vezérlő berendezés egyes elemei.

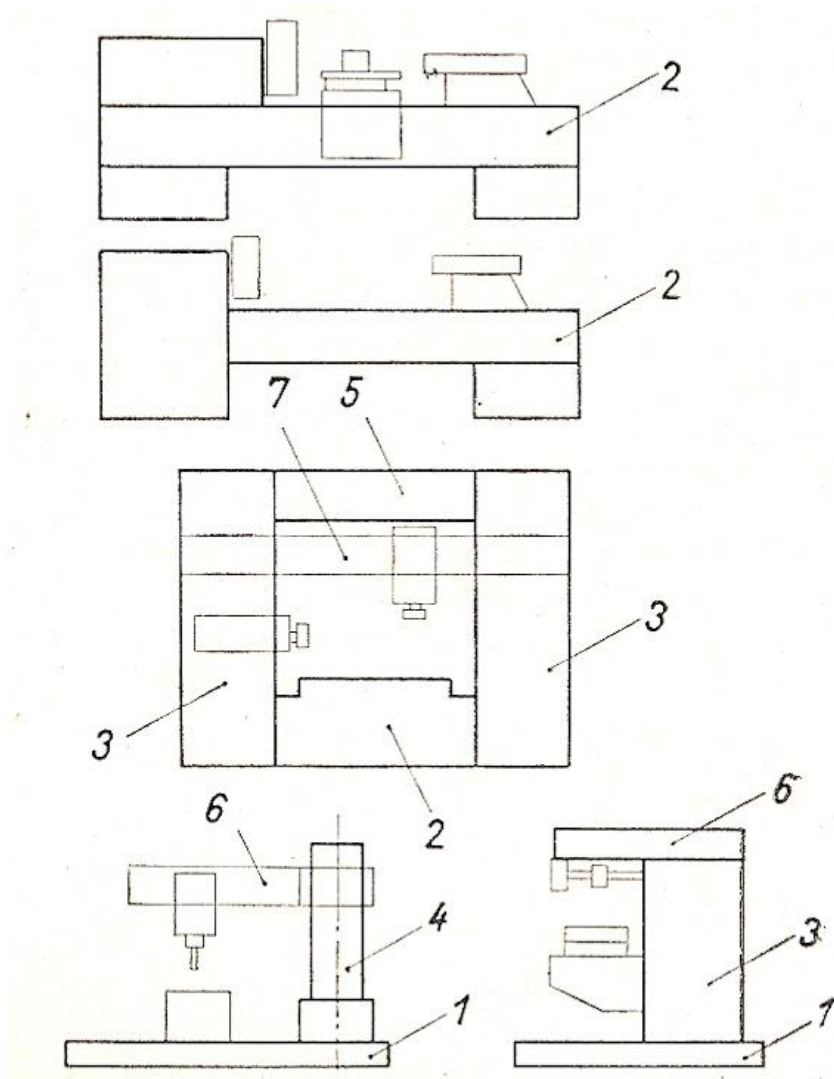
A gépágyak, állványok feladata még a megmunkáláskor keletkező erőhatások felvétele. A hajtóműben lévő fogaskerekek, szíjak működés közben rezgéseket gerjesztenek, amelyek a csatlakozó gépelemeken keresztül átadódnak a szerszámnak, és ezek a rezgések károsan befolyásolják a megmunkálás pontosságát, a szerszámok előírás szerinti működését.

A rezgés jelenséget csökkentésében is kiemelt szerepük van az ágyak, állványok anyagának helyes megválasztásának, konstrukciós kialakításuknak.

A korszerű szerszámgépek beépített teljesítménye, így az alkalmazható forgácsolási paraméterek nagysága is dinamikusan fejlődik. Mindennapossá vált a 10–20kW főmotorú hajtás, mellé több (2 – 5) tengely egyidejű működtetését is megvalósító mellék-hajtások teljesítmény igénye is eléri a 10 kW-ot. A merevségi kérdéseken túl, a konstrukciós kialakításnak szem előtt kell tartania, hogy a megemelt beépített teljesítmények maguk után hozzák a megnövekedett forgács mennyiséget is, ezért biztosítani kell a nagy mennyiségű forgács eltávolíthatóságát is a munkatérből. Például az 1. ábrán látható ferde ágyas kivitelű megoldás a gravitációt segítségül hívva biztosítja a forgács akadálytalan lepotyogását a munkatérből.

### 2. A SZERSZÁMGÉPEK STATIKAI ALRENDSZRE

Statikai alrendszer alatt a gép szilárd vázát értjük, amely a funkcionális egységeket hordozza. A 2. ábrán ezek fő részeit és elnevezéseit látjuk.



2. ábra. A statikai alrendszer elemei

- 1 - Alaplap
- 2 - Ágy
- 3 - Állvány
- 4 - Oszlop
- 5 - Gerenda
- 6 - Ellentartó
- 7 - Kereszttartó

A szerszámgépek pontossága a statikai rendszer merevségétől függ. Megkülönböztetünk:

- $C_{st}$  statikus merevséget
- $C_{din}$  dinamikus merevséget

Statikus merevségen a terhelésnek és az általa okozott deformációnak a hányadosát értjük.

$$\text{hajlítómerevség} = \frac{\text{erő}}{\text{alakváltozás}} \left[ \frac{N}{\mu m} \right]$$

$$\text{csavarómerevség} = \frac{\text{csavarónyomaték}}{\text{elcsavaródás}} \left[ \frac{Nm}{\text{szög}} \right]$$

Ebből az következik, hogy a hajlító- és csavarómerevség szempontjából a kör illetve a négyszög keresztmetszetek felelnek meg a legjobban. Amennyiben az igénybevétel jellemzően hajlítás akkor az I tartók a megfelelőek.

Dinamikus merevség a váltakozó terhelések amplitudójával jellemezhető. A periódikusan változó terhelést okozhatják:

- a forgácsoló erő,
- a kiegyensúlyozatlan tömegek,
- az átviteli elemek pontatlansága miatti kényszerlengések.

Ha feltételezzük, hogy

$$|F_{st}| = |F_{din}|$$

akkor

$$f_{din} = y \cdot f_{stat}$$

ahol

$F_{st}$  - a statikus terhelés

$F_{din}$  - a dinamikus terhelés

$f_{st}$  - a statikus terhelés hatására az elmozdulás

$f_{din}$  - a dinamikus terhelés hatására az elmozdulás

$y$  - az aplitúdó.

A statikus merevség:

$$C_{st} = \frac{F_{st}}{f_{st}} \quad \text{ahonnan:} \quad f_{st} = \frac{F_{st}}{C_{st}}$$

a dinamikus merevség:

$$C_{din} = \frac{F_{din}}{f_{din}} \quad \text{ahonnan:} \quad f_{din} = \frac{F_{din}}{C_{din}}$$

Behelyettesítve a  $f_{din} = y \cdot f_{stat}$  összefüggésbe

$$\frac{F_{din}}{C_{din}} = y \frac{F_{st}}{C_{st}} \quad \text{innen:} \quad C_{din} = \frac{F_{din}}{y \frac{F_{st}}{C_{st}}}$$

Mivel feltételeztük, hogy  $|F_{st}| = |F_{din}|$

ezért

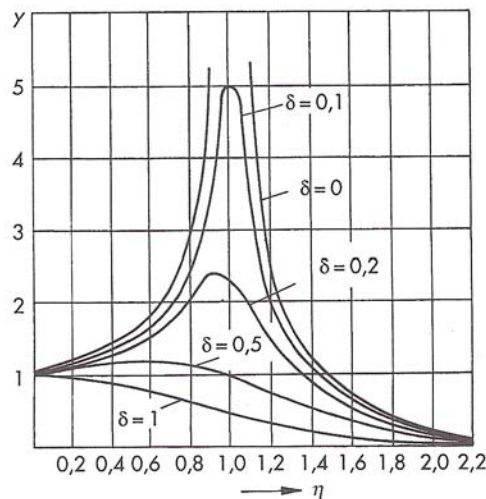
$$C_{din} = \frac{C_{st}}{y} \quad \text{vagyis} \quad y = \frac{C_{st}}{C_{din}}$$

Ezek szerint a dinamikus merevséget meghatározza:

a  $C_{st}$  statikus merevség

- az  $\omega$  lengést gerjesztő frekvencia
- az  $\omega_0$  saját frekvencia
- a  $\delta$  csillapítás.

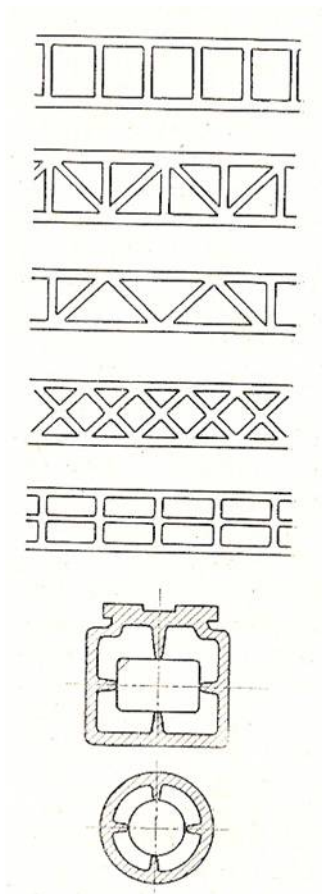
A 3. ábra az  $\eta$  jósági fok függvényében mutatja az  $y$  amplitúdó változását különböző  $\delta$  csillapítás esetén.



3. ábra. Az  $y = \frac{C_{st}}{C_{din}}$  viszony változása a  $\delta$  csillapítás és a jósági fok  $\eta = \frac{\omega}{\omega_0}$  függvényében

Az ábra jól érzékelteti, hogy az  $y$  akkor a legnagyobb, ha  $\omega = \omega_0$ , vagyis a rezonancia esetén. A dinamikus merevség ekkor a legkisebb. Ezt az állapotot el kell kerülni, mert a gép tönkremenetelét, a megmunkálás sikertelenségét okozza. Minél jobban eltér az  $\omega$  az  $\omega_0$ -tól, annál jobb a rendszer dinamikus merevsége, mert az  $y$  csökken.

A 4. ábrán bordák alkalmazásával lehet a merevséget növelni.



4. ábra. Bordázatok alkalmazása ágyaknál, állványoknál

A szerszámgépeknél tehát a statikus rendszer akkor jó, ha a gerjesztő frekvencia az önfrekvencia alatt vagy felett van, és ha minél nagyobb a csillapítás. A csillapítást elsősorban az ágyak, állványok anyaga és tömege befolyásolja.

Az előbbiekből következik, hogy a rendszer dinamikus merevsége többféleképpen növelhető. Vagy a statikus rendszer merevségének fokozásával, amit a megfelelő keresztmetszet megválasztásával, bordák alkalmazásával lehet növelni.

További lehetőség:

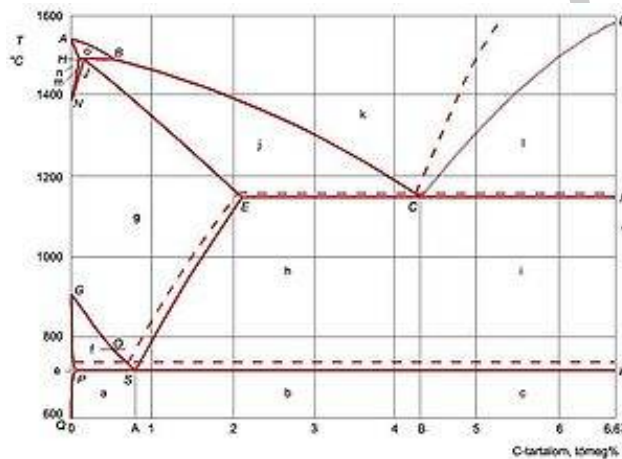
- a csillapítás fokozásával, amikor olyan szerkezeti anyagokat használnak az ágyak, állványok megépítésére, amelyeknek szövetszerkezeti tulajdonságaiknál fogva jó csillapításuk van,
- az  $\omega_0$  sajátfrekvencia célszerű beállítása, amit a rendszer statikus merevségén keresztül, elsősorban annak tömege határoz meg,
- ismeretes megoldás a forgó gépalkatrészek dinamikus kiegyensúlyozása is, ezzel is csökkenthetjük a belengésre való hajlamot.

### 3. AZ ÁGYAK, ÁLLVÁNYOK ANYAGAI

#### 3.1. Öntöttvas

A leggyakrabban használt anyag az ágyak, állványok építésére. Az öntészeti technológia lehetővé teszi a bonyolult formák, merevítések, bordák, lekerekítések létrehozását. Könnyű önthetőség jellemzi, kitölti a bonyolult forma üreget, megmunkálhatósága jó, és kiváló a rezgéscsillapító hatása.

Az alkalmazott öntöttvas szürke nyersvas 2,4 ... 3,6% C-tartalommal. A megfelelően beállított szén és szilícium tartalom mellett a törete jellegzetesen szürke felületet ad, ezért is nevezik szürkeöntvénynek. Az 5. ábrán a jól ismert Fe-C állapotábrát látjuk, amin behatárolható az öntöttvasok területe.



5. ábra. Ábra. Fe-C állapotábra

#### 3.2 Gömbgrafitos öntvények

A szürkeöntvény további finomításával jön létre a gömbgrafitos öntöttvas. A modifikálás (finomítás, módosítás) során ferroszilíciumot használnak, de használható még sziliko-aluminium, kalcium-szilicid, vagy kalcium-karbid. A szilícium ötvöző hatására a grafiteloszlás finomabb lesz, a grafitlemezek gömb alakúra deformálódnak. A gömbgrafitos szerkezettel a szilárdsági viszonyok javulnak, de a csillapítása nagy szórást mutat.

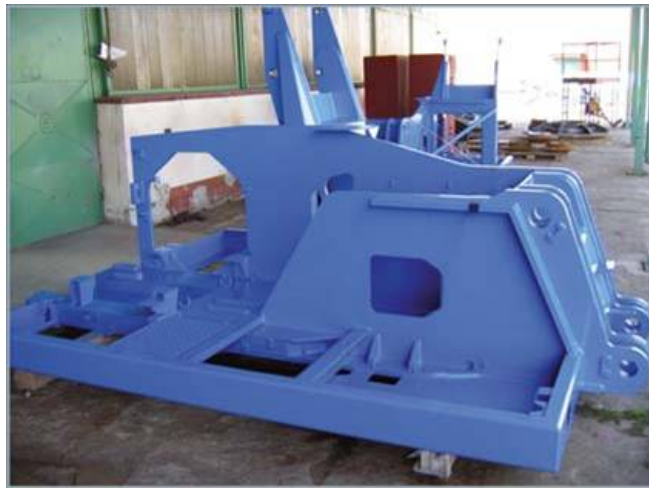
#### 3.3 Acélöntvények

A szerszámgépeknél ritkán alkalmazzák. Jobban vetemedik mint az öntöttvas, és rosszabb a csillapítása is. Az acélöntvényből készült ágyakat, állványszerkezeteket mesterséges öregítésnek – feszültségmentesítő hőkezelésnek kell alávetni, ami a nagyméretű géptestek gyártásakor komoly problémát jelent. Akkor alkalmazzuk az acélöntvény géptesteket, ha extrém nagy terhelésnek van kitéve a szerszámgép.



### 3.4 Hegesztett szerkezetek

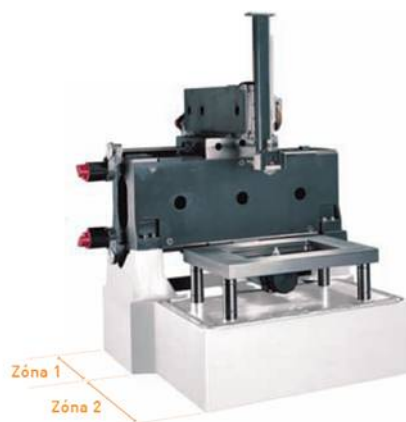
Egyedi gépgyártásban, célgép-építésben, vagy nagyon nagyméretű gépek készítéskor alkalmazzák a hegesztett ágyszerkezeteket. Egyszerű geometriájú acéldomokból hegesztik össze az ágy- állványszerkezeteket. Hegesztés után feszültségmentesítő hőkezelésre van szükség. A gyártás a tervezéstől (végelem modellezés) a kivitelezésig automatizálható, így gazdaságossá tehető a gyártás. A 6. ábra egy hegesztett géptestet mutat.



6. ábra. Hegesztett géptest

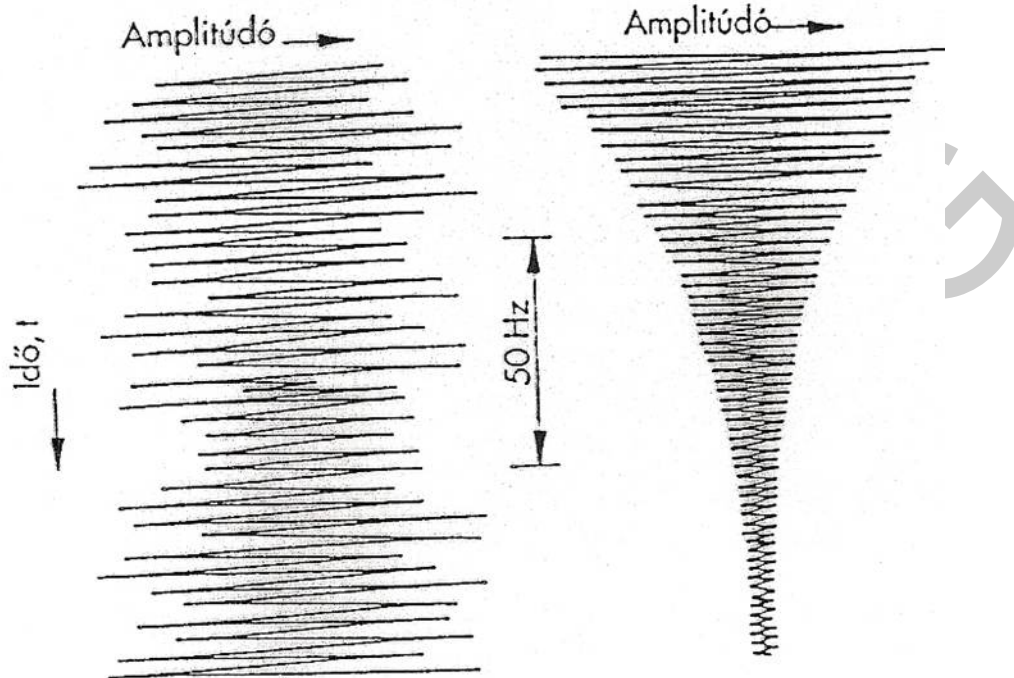
### 3.5 Polimerbetonok

A polimerbetonok szemcsés töltőanyagok, általában kvarcliszt és műanyag kötőanyag keveréke. Ez az anyag tulajdonságait tekintve valahol a beton és az öntöttvas között van. Ha a beton oldaláról vizsgáljuk, akkor annak minden kedvező tulajdonságát meghaladja. Ha az öntöttvassal hasonlítjuk össze, szilárdsági tulajdonságai kisebbek, de igen kedvező csillapítással bír. A 7. ábrán egy polimerbeton gépágy látható.



7. ábra. Polimerbeton gépágy

A 8. ábra az öntöttvas és a polimerbeton gépágy csillapítását hasonlítja össze. Rendkívül jó korrózióálló, hőállósága megfelelő, elektromosan tökéletesen megfelel (szigetel).

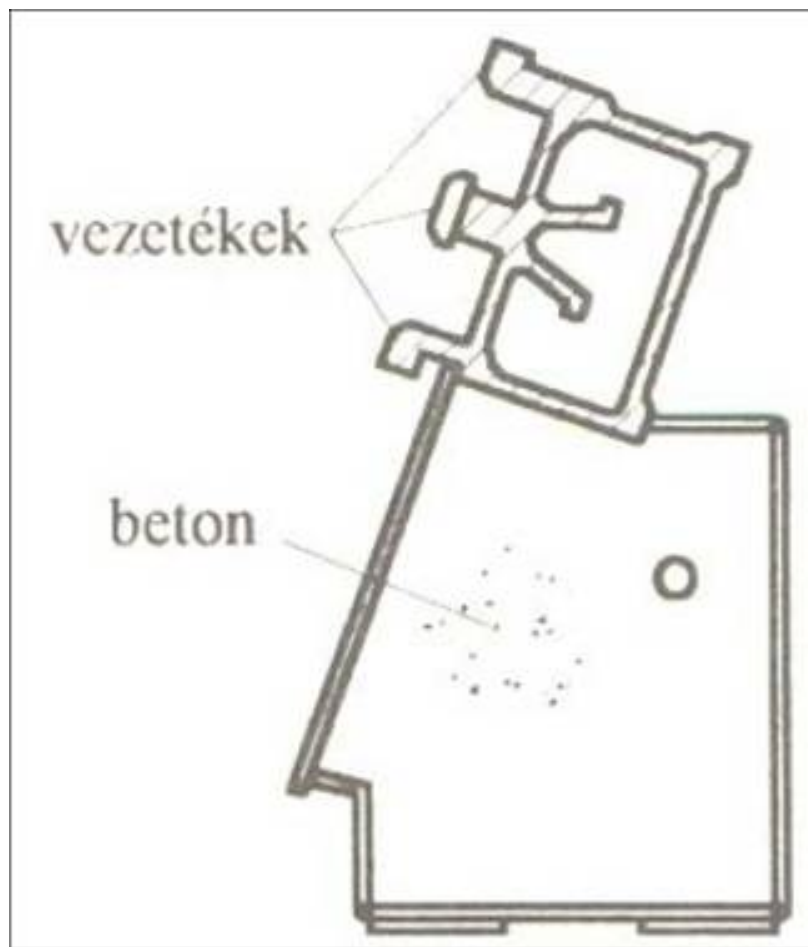


8. ábra. Öntöttvas és polimerbeton csillapítása

A homok jó rezgésszigetelő. Elkészítik acéllemezekből, tartókból a géptest tartó és hordozó részeit, az üregeket kitöltik homok-műgyanta keverékkel, döngölik, hő hatására a műgyanta megköt. A váz szilárdságát az acélszerkezet adja, rezgéscsillapítását pedig a homoktöltet biztosítja. Kisebbségi teljesítményű gépek építésénél alkalmazzák.

### 3.6 Betonágy

Mint már láttuk, a géptest rezgéscsillapításának növelése a beépített tömeg növelésével is megoldható. Az öntöttvas gépágy belső üregeit gyorsan kötő betonnal töltik fel, ezzel növelve az ágy tömegét. A beton hőtágulása közel van a vashoz, így a megkötött beton szerves egységet képez az öntvényvel. Ára kedvezőbb mintha a vas anyag tömegének növelésével érnék el a rendszer sajátfrekvenciájának elhangolását. A 9. ábrán egy betonágy szerkezet látható.



9. ábra. Betonagy

### 3.7 Műanyagok

Az ágyak, állványok gyártásához az üvegszál-erősítésű és szénszál-erősítésű műgyantákat használnak. Ezek tömege az öntöttvas tömegének negyede, de csillapításuk sokkal jobb. Kisebb célgépek építésénél használják.

### 3.8 Gránit és műgránit

A gránitot már korábban is alkalmazták a mérés technikában. Stabil, merev, hőtágulással nem rendelkező, csiszolt kivitelben a mérőgépek asztalaként használják. A gépépítésben az ultraprecíziós szerszámgépek megjelenésével kezdték alkalmazni. A csiszolt gránit tömbbe furatokat fúrnak, ezekbe dűbelek segítségével rögzítik a vezetékeket, meghajtó elemeket. Mivel a természetes gránit nagyon drága, helyettesíthető műgránittal. A műgránit gránit örlemény és műgyanta kötőanyag keveréke.

## 4. VEZETÉKEK

A szerszámgépasztalok és –szánok vezetékeken mozognak. A vezetékek vagy szerves részei az ágyaknak, állványoknak, vagy azokra közvetlenül szereltek. A szerszámgépek megmunkáló pontossága és tartóssága nagymértékben függ az alkalmazott vezetékektől. Feladatukat tekintve ugyanolyan kinematikai kényszert jelentenek, mint a tengely és csapágy páros. Követelmény a kis súrlódás és csekély kopás a vezető- és vezetett felületek között. Gazdaságos megmunkálhatóság, merevség a terhelő erőkkel szemben, illetve a forgács és szennyeződés elleni védelem is megoldandó.

Geometriai alakjuk szerint lehetnek egyenes és körvezetékek.

Működési elvük szerint csúszó és gördülő vezetékeket különböztetünk meg.

### 4.1 Csúszóvezetékek

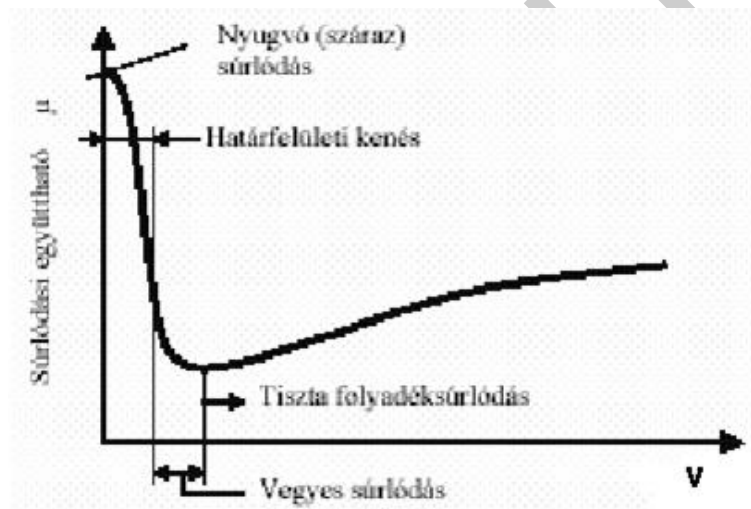
A csúszóvezetékeknél a legfontosabb működési követelmény a kenés biztosítása. Működés közben három különböző súrlódási állapotot lehet megkülönböztetni (10. ábra).



10. ábra. Súrlódási állapotok

- Száraz súrlódás esetén az elmozduló felületek között nincs kenőanyag (olaj), ilyenkor a felületi egyenetlenségek összekapaszkodnak, és a súrlódási tényező nagy.
- Vegyes súrlódás esetén az egyenetlenségek bemélyedéseiben már ott az olaj, és csak a kiemelkedések érintkeznek egymással. A súrlódási tényező kisebb.
- A tiszta folyadéksúrlódás esetén az elmozduló felületek között az olajfilm kialakul, és a gépelemek ezen az olajfilmen mozdulnak el. A súrlódási tényező ilyenkor a legkisebb. A kopási jelenségek is ennél az estnél a legkedvezőbbek. Törekedni kell, hogy az elmozduló gépelemek (vezetékek és szánok) ebben a súrlódási állapotban üzemeljenek.

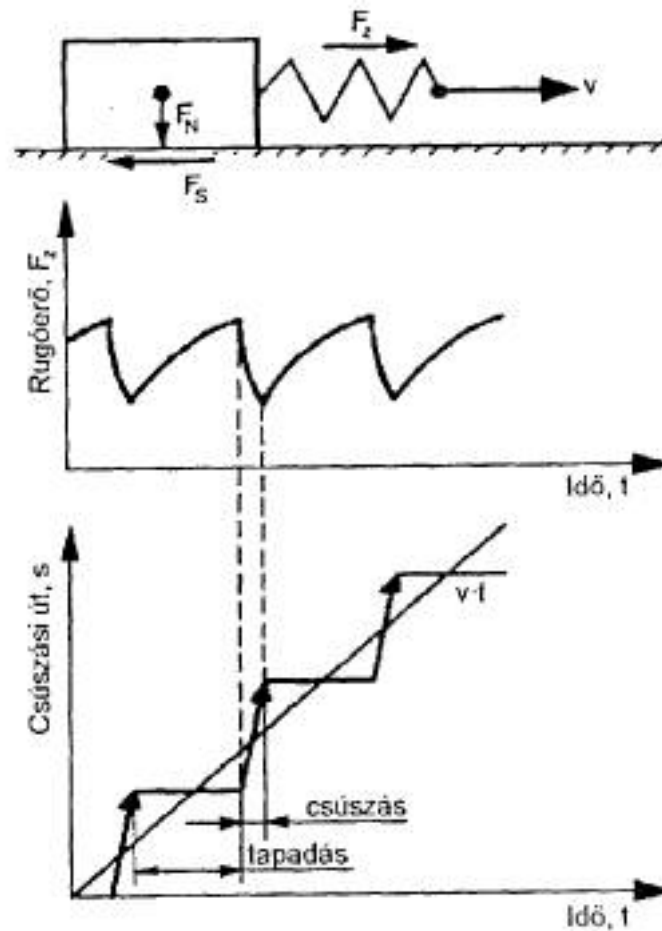
Az egymáson elmozduló alkatrészek sebességétől is függ a súrlódási állapot. Stribeck diagramján látható (11. ábra), hogy a nyugvó állapothoz képest hogyan csökken a súrlódási tényező a sebesség függvényében addig, amíg kialakul a folyadéksúrlódási állapot, majd ezután a folyadék (olaj) belső ellenállása – viszkozitása miatt a sebesség növelésével a súrlódási tényező is növekszik.



11. ábra. Stribeck diagram

Csúszóvezetékek esetében fellép az akadozó csúszás jelensége. A jelenség oka, hogy a  $\mu_s$  statikus súrlódási tényező és a  $\mu_k$  kinematikai súrlódási tényező közötti különbség. Létezik egy rendszertől függő határsebesség, amely felett a csúszás monotonná válik.

A rendszer a 12 ábra szerint a vontatott elem és a vonó elem közötti rugalmas gépelemekből áll.



12. ábra. Akadozó csúszás jelensége

A nyugvó súrlódási tényező miatt a rendszerben lévő rugalmas elemekben energia halmozódik fel, amikor a vonó erő legyőzi a tapadás erőszükségletét, akkor a nyugvó súrlódási tényező lecsökken, a kisebb kinematikai súrlódási tényező miatt a rugalmas elemekben tárolt energia is felszabadul, a szám meglődül. Mivel a rugalmas energiatároló elemekben megszűnik a tárolt energia, a szám mozgási sebessége lecsökken, és letapad. A folyamat ismétlődik, lengésszerű lesz a szám mozgása. Ezt az akadozó csúszást nevezik idegen kifejezéssel "stick-slip"-nek. A jelenség a forgácsolás folyamatában a CNC gépeknél zavaró, amikor a szán célhelyzet közelébe érkezik, a vezérlés a normál sebességről átkapcsol "kúszó menetre", hogy a pontos pozíciót a szán fel tudja venni. Ilyenkor lép fel általában az elégtelen kenés esetén az akadozó csúszás jelensége, ami a méretek pontos betartását nehezíti.

#### 4.1.1 A vezetékanyagok

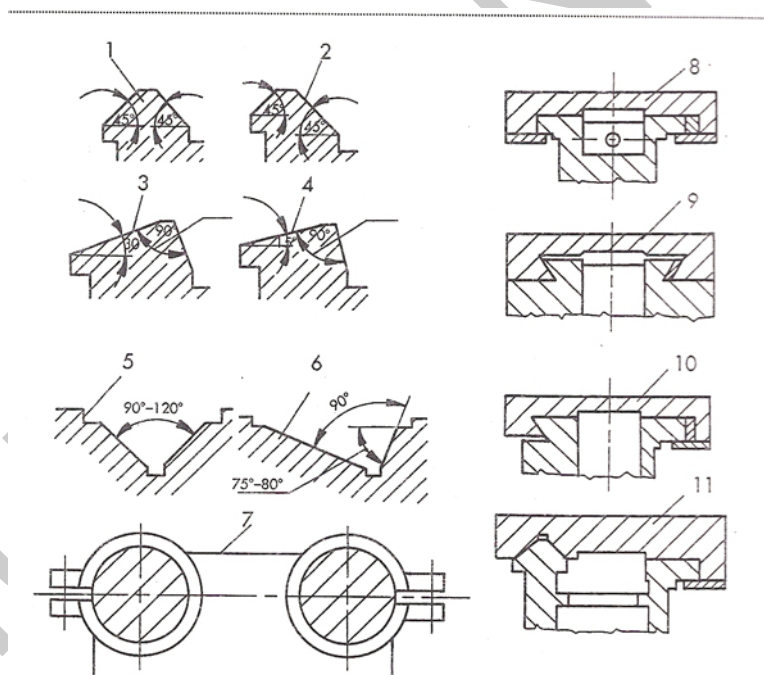
Az ágyak, állványok anyagaiból megmunkált, kialakított vezetékanyagok széles körben használatosak. Előnyük, hogy nem kell külön alkatrészeket felszerelni a géptestre, annak egyébként is szükséges megmunkálása során kialakítható a vezetékanyag geometriája.

Az öntöttvas vezeték kialakítása során alkalmazható nagyfrekvenciális edzés, amikor az öntöttvas keménysége 190 ... 220 HB keménységről 400 ... 460 HB-re növelhető. Az edzés mélysége 2 ... 3 mm. A nagyfrekvenciás edzés közben a vezeték vetemedése kicsi (0,1 ... 0,15 mm/1000 mm), amely a vezeték köszörülésével könnyen javítható, jó minőségű, kopásálló felületet lehet készíteni. A felületi edzéssel ellátott vezeték kopásállósága 5 – 6 szorososa az edzetlen vezetéknek.

Az öntöttvas vezeték helyett alkalmazzák a szerelt kivitelű edzett-köszörült acél vezetéket is. Akár csúszóvezetéknek, akár gördülő vezetéknek is alkalmas, természetesen a megfelelő kialakítással. Előnye a kisebb gyártási költség (kisebb alkatrészeket kell megmunkálni, nem az egész ágyat), egyszerűbb szabályozással jár. A szánk csúszófelülete gyakran műgyanta kiöntésű, ezzel is csökkentve a súrlódási tényezőt, javítva a szánmozgás pontosságát.

#### 4.1.2 A csúszóvezetékek kialakítása

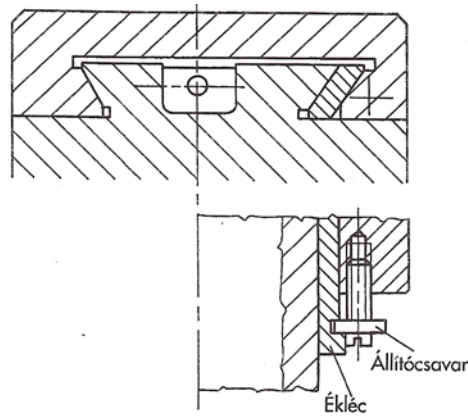
A csúszóvezetékek különböző kialakításúak lehetnek. A legfontosabb változatokat a 13. ábra mutatja.



13. ábra. Csúszóvezetékek fajtái

Az 1 – 6 változat a prizmás vezeték kialakítását mutatja. A 7 jelű hengeres vezeték, a 8 lapos vezeték, a 9 trapéz vezeték, a 10, 11 pedig kombinált vezeték ábrázol.

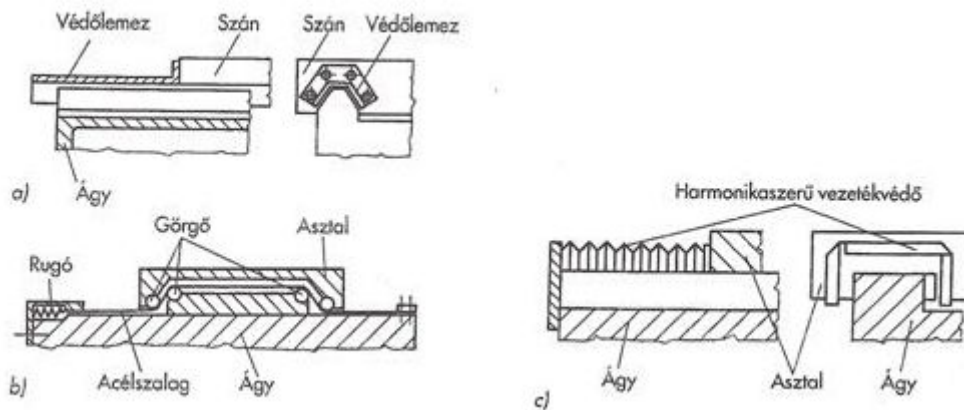
A hézagmentes működés, valamint a kopások után állítása érdekében hézagkiküszöbölő lécet alkalmaznak (14. ábra)



14. ábra. Hézagkiküszöbölő lécs

Fontos a vezetékek védelme a forgácstól és egyéb szennyező anyagoktól. Az intenzív hűtő-kenő folyadék alkalmazása is szükségessé teszi a vezetékek védelmét.

A 15. ábra erre mutat megoldásokat.



15. ábra. Vezetékvédő berendezések

a – haladó védőlemezes

b – szalagos

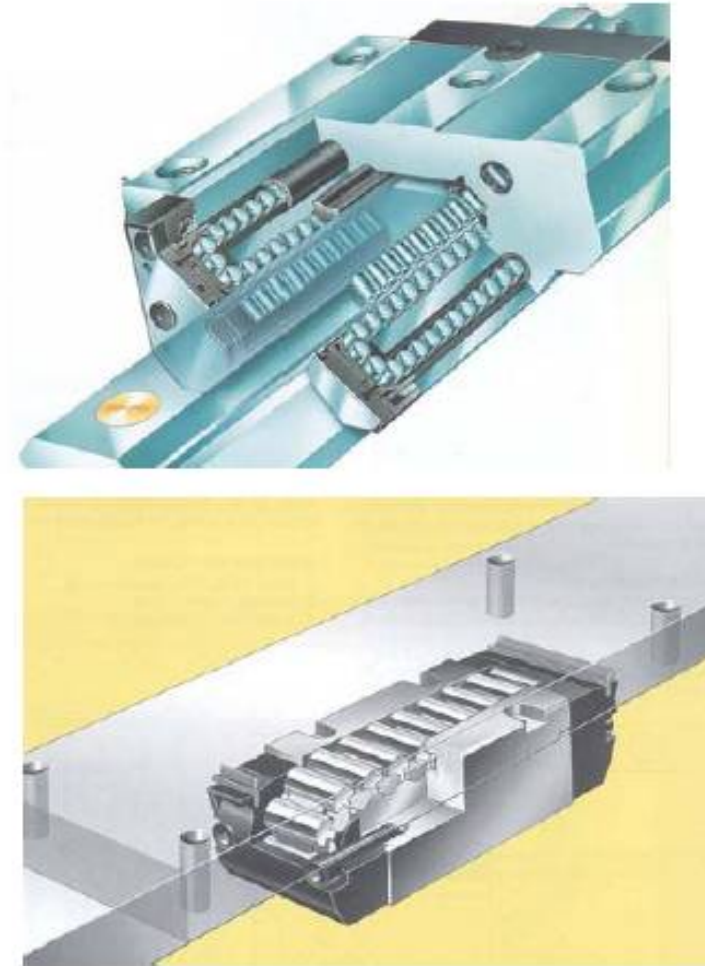
c – harmonika szerű

## 4.2 Gördülő vezetékek

A korszerű, fokozott pontosságú CNC gépek esetében gyakran alkalmaznak gördülő vezetékeket. A gördülési ellenállás nagyságrenddel kisebb, mint csúszó ellenállás, ezért az előzőekben bemutatott akadozó csúszás jelensége nem lép fel ezeknél a vezetékeknél.

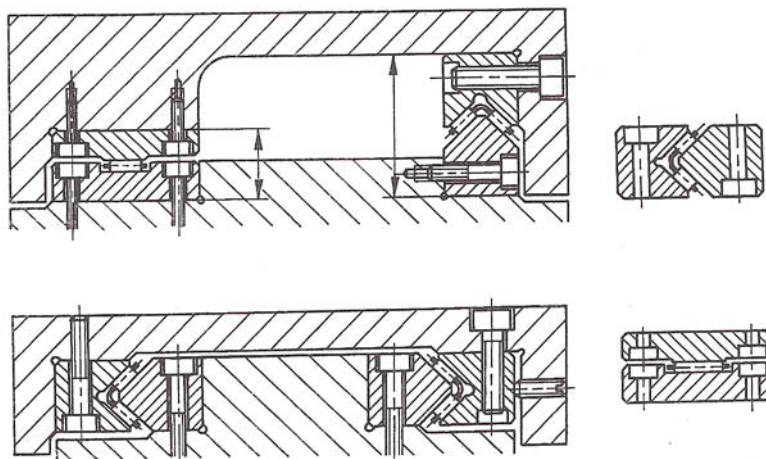


A gördülő kocsi – papucsot úgy alakítják ki, hogy a gördülő elemek önmagába visszatérő zárt pályán haladjanak (16. ábra).



16. ábra. Gördülő papucsok kialakítása

A gördülő elemek lehetnek golyók, görgők vagy tűgörgők (17. ábra). A vezetékek minden esetben acélból készülnek, nagy keménységűre edzve (60 HRC). Ez a pont vagy vonalszerű terhelésvétel miatt szükséges. A gördülő vezetékek tönkremenetele nagyon hasonló a gördülőcsapágyakéhoz, kipattogzás, hullámosodás. Méretezésük is a gördülőcsapágyak analógiájára, élettartamra történik.



17. ábra. Görgős, túrgörgős vezetékek

A gördülővezetékek előnyei:

- játégmentes,
- előfeszíthető,
- nagy terheléseknél is pontos,
- kicsi a súrlódási tényező,
- kis hajtóteljesítmény-igénye van,
- kopásálló,
- könnyen szerelhető, cserélhető,
- kereskedelmi áru.

A gördülővezetékek hátrányai:

- rezgéscsillapító hatása kisebb,
- beépítésre kényes, precíz szerelést igényel
- drágább, mint a csúszóvezeték.

## 5. GÉPÁGYAK, ÁLLVÁNYOK ÉS VEZETÉKEK TERHELHETŐSÉGÉNEK EGYSZERŰSÍTETT SZÁMÍTÁSA

A gépágyak, állványok a külső terhelés, és a belső erők feszültségének hatására egyaránt deformálódnak. Az öntéssel, hegesztéssel készült ágyak, állványok belső feszültségeit természetes úton (öregbítéssel) kezelik. Ilyenkor az öntvényt szabad területen tárolják, és az időjárás hatására több éven keresztül a feszültségek oldódnak, kiegyenlítődnek. Ma, amikor a gyártmányok piacra kerülésének sebessége megnőtt, ez a megoldás nem mindig járható, ezért mesterséges feszültségmentesítő hőkezelésnek vetik alá a géptesteket. Ez az eljárás gyorsítja a feszültségmentesítést, ugyanakkor költségesebbé teszi a gyártást.

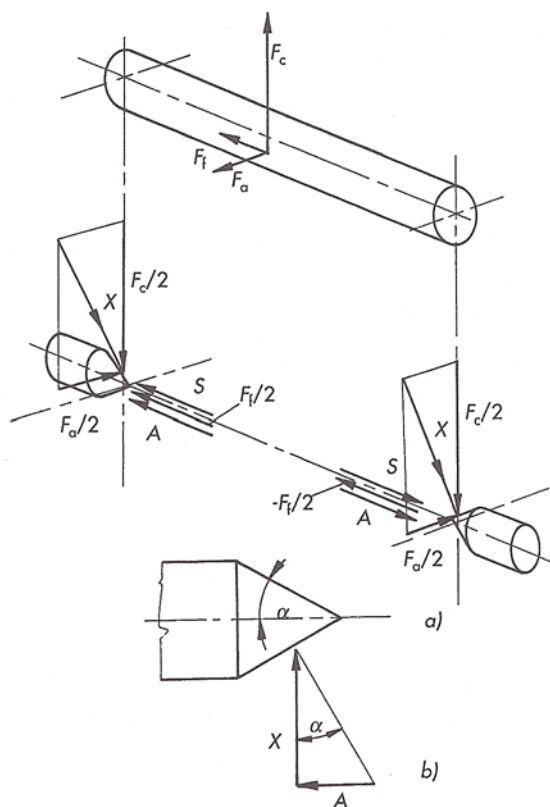
A felhasználó számára a külső terhelések okozta deformációk a lényegesek, mert az nagymértékben befolyásolja a gyártás pontosságát.

A deformációk számítása a bonyolult ágy, állvány keresztmetszetek miatt nagyon nehéz. Végeelem-módszerrel kielégítő eredményre juthatunk, de a jó modell alkotása és helyes terhelések szimulálása még így is időigényes. Az egyszerűsített számítás azt jelenti, hogy nem a deformációt számítjuk ki, hanem a legnagyobb terhelő erőt határozzuk meg, amely a gépágyakban, állványokban a még megengedhető feszültséget ébreszti.

Ha a terhelő erő hatására keletkező feszültség ezt a megengedhető értéket nem haladja meg, a gépágy deformációja sem haladja meg a megengedhető értéket.

### 5.1 A csúcsezterga ágyszerkezetének terhelhetősége

Az eszterga gépágyának terhelése akkor a legkedvezőtlenebb, amikor a csúcstávolsággal megegyező hosszúságú tengelyt alátámasztás nélkül, csúcsok közé fogva esztergáljuk, és a szerszám a tengely közepén forgácsol. A terhelő erők a csúcsokon és a szerszámtartón keresztül adódnak át a gépágyra (18. ábra).



18. ábra. A két csúcsra ható terhelő erők

A szerszámbefogó a forgácsolóerő három komponensét vesz fel. A 18. ábrán ezeknek az erőknek a reakció erei vannak feltüntetve, függőleges irányban a főforgácsoló erő  $F_c$ , az előtolás irányában az  $F_t$  és a fogásmélység irányában az  $F_a$  erő hat.

A tengelyre merőleges  $F_c$  és  $F_a$  összetevők a két csúcson egyformán  $F_c/2$  és  $F_a/2$  reakció erőket ébresztenek. A csúcsokon a reakció erők összege:

$$X = \sqrt{\frac{F_c^2}{4} + \frac{F_a^2}{4}}$$

Ismert dolog, hogy a csúcs, mint kényszer, a támasztó felületre merőleges erőt ébreszt (18. b ábra). Az  $X$  reakció erőnek a csúcs felületére merőleges tengely irányú összetevője:

$$A = X \operatorname{tg} \alpha$$

Az előtolás irányú erő a munkadarabot a főorsóban lévő csúcs felé nyomja, a jobb oldali – szegnyeregbe fogott csúcson pedig csökkenti a  $S$  szorító erejét. Jó megközelítéssel úgy tekinthetjük, hogy az előtolás irányú összetevő nagyságának felével a főorsóban lévő csúcson növeli, a szegnyeregben lévő csúcson pedig csökkenti az  $S$  szorító erőt. A főorsóban lévő csúcsonnál tehát az

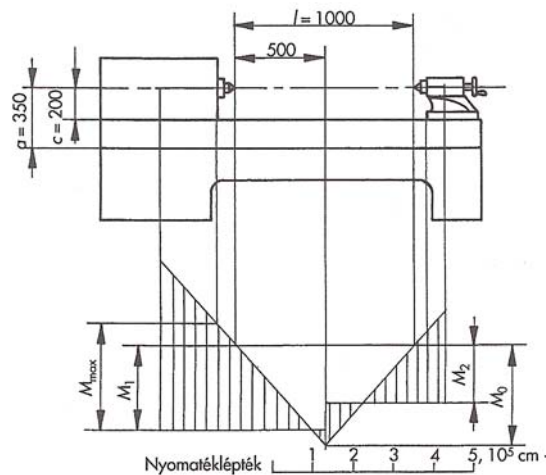
$$F_1 = A + S + \frac{F_f}{2}$$

a szegnyeregben lévő csúcsonnál

$$F_2 = A + S - \frac{F_f}{2}$$

erő hat.

A terhelő erőknek csak a függőleges síkban ébredő nyomatékait számolják ki. A csúcson terhelő  $F_1$  és  $F_2$  erők nyomatékai az ágy mentén egyenletesen oszlanak el, mert a gép merev keretszerkezetnek (19. ábra) tekinthető.

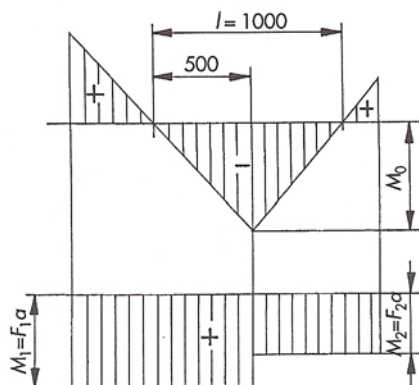


19. ábra. Eszterga ágszerkezetének legkedvezőtlenebb terhelési helyzete

Ennek következtében az ébredő nyomatékokat

$$M_1 = F_1 a \text{ és } M_2 = F_2 a$$

Változatlanul adja át a keretszerkezet minden sarokpontjában (20. ábra)



20. ábra. Az eszterga ágyszerkezetét terhelő nyomatékok

Az  $F_c$  nyomatéki ábrája a két végén alátámasztott, közepén koncentrált erővel terhelt tartó nyomatéki ábrájának felel meg. Az  $F_1$  és  $F_2$  nyomatékait a 20. ábrán alul, az  $F_c$  nyomatékát ugyanezen ábra felső részén láthatjuk. Az eredő nyomatéki ábra a gép vázlata alatt a 19. ábrán látható.

Az ágnak az a veszélyes keresztmetszete, ahol a terhelő nyomaték a legnagyobb. Ezt a veszélyes keresztmetszetet az eredő nyomatéki ábra alapján lehet meghatározni. A 19. ábrán megrajzolt esetben ez az ágy orsószekrény alatti keresztmetszete. Ha ennek a keresztmetszetnek a keresztmetszeti tényezője  $K$ , a terhelés hatására a benne ébredő feszültség:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{K}$$

A megengedhető feszültséget ismerve, a megengedhető legnagyobb terhelő erőt egyszerű arányossággal ki lehet számolni. A terhelőerő és a hatására az anyagban ébredő feszültség arányos, és ez az arány állandó. Ha a terhelés kétszeresére nő ( $F_2 = 2F_1$ ), a feszültség is megkétszereződik ( $\sigma_2 = 2\sigma_1$ ), ha a terhelő erő háromszorosára nő, a keletkezett feszültség is háromszoros lesz.

$$\frac{F_1}{\sigma_1} = \frac{F_2}{\sigma_2} = \frac{F_3}{\sigma_3}$$

Ennek alapján, az  $F_c$  forgácsoló erő, és a hatására ébredő  $\sigma$  feszültség aránya tehát egyenlő az  $F_{\text{meg}}$  megengedhető terhelőerő és az általa létesített megengedhető feszültség  $\sigma_{\text{meg}}$  arányával:

$$\frac{F_c}{\sigma} = \frac{F_{\text{meg}}}{\sigma_{\text{meg}}}$$

A megengedhető terhelő erő tehát

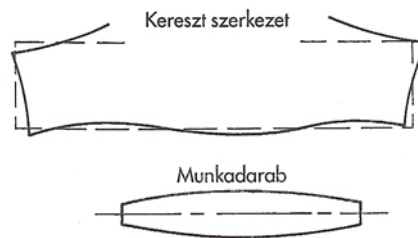
$$F_{meg} = F \frac{\sigma_{meg}}{\sigma}$$

A megengedhető terhelőerő számításához ismerni kell a megengedhető feszültséget. A leggyakrabban használt öntöttvas ágyakra a  $\sigma_{meg} = 1000 \text{ N/mm}^2$ . Ha a számításban a veszélyes keresztmetszet minden igénybevételét figyelembe vesszük, akkor ezzel a  $\sigma_{meg}$ -el kell meghatározni az  $F_{meg}$  értékét. Ellenben, ha a számítás egyszerűsítése érdekében néhány igénybevételt elhanyagolunk (csavarás, hajlítás különböző síkokban, az így elkövetett hibát azzal lehet ellensúlyozni, hogy a megengedhető feszültséget csökkentjük

- a csavarás elhanyagolásával  $400 \text{ N/mm}^2$ -el
- az egyirányú hajlítás elhanyagolása esetén  $250 \text{ N/mm}^2$ -el
- a húzás vagy nyomás elhanyagolásakor  $100 \text{ N/mm}^2$ -el.

Ha a terhelő erő az  $F_{meg}$ -nél nagyobb, a veszélyes keresztmetszetben keletkező feszültség meghaladja a  $\sigma_{meg}$ -et, és a gépágy deformációja is nagyobb lesz a megengedhetőnél.

A gépágyat a súlyvonalán átmenő, keretszerkezettel lehet helyettesíteni, és így szemléletessé tehető az ágy deformációja. A 21. ábrán a deformálódott keretszerkezet és a deformáció miatt hibásra munkált munkadarab látható.



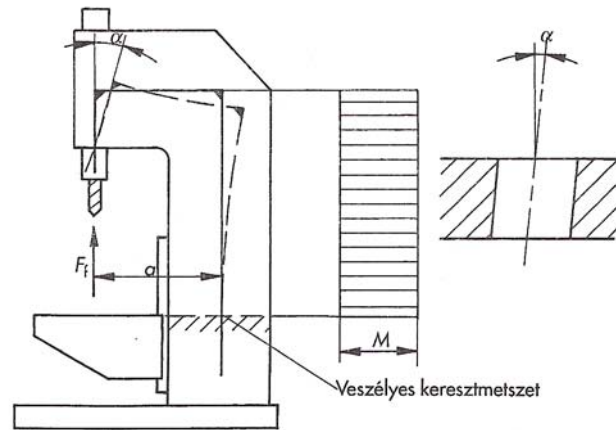
21. ábra. Esztergaágy deformálódott alakja és a hibás munkadarab

## 5.2 Fúrógép állványának terhelhetősége

A fúrógépek állványában az  $F_f$  előtolás irányú erő hajlító- és húzófeszültséget ébreszt (22. ábra).

A hajlító nyomaték az állvány bármely keresztmetszetében állandó,

$$M = F_f a$$



22. ábra. Fúrógépállvány terhelése

Az  $F_f$  által okozott húzó igénybevétel is állandó. A veszélyes keresztmetszetben tehát a

$$\sigma_{hajl} = \frac{F_f a}{K} \quad \text{és} \quad \sigma_{húz} = \frac{F_f}{A}$$

Feszültségek összegeződnek.

A veszélyes keresztmetszet az asztal legalsó állásának vízszintesében van.

A megengedhető feszültség öntöttvas állványok esetében  $\sigma_{meg} = 1000 \text{ N/mm}^2$ , mert a számításban minden igénybevételt figyelembe vettünk. A 22. ábrán a fúrógép deformált alakja is látható. A deformáció következtében az elkészített furat tengelye elferdül. Az ábrán jobb oldalon ez is látható.

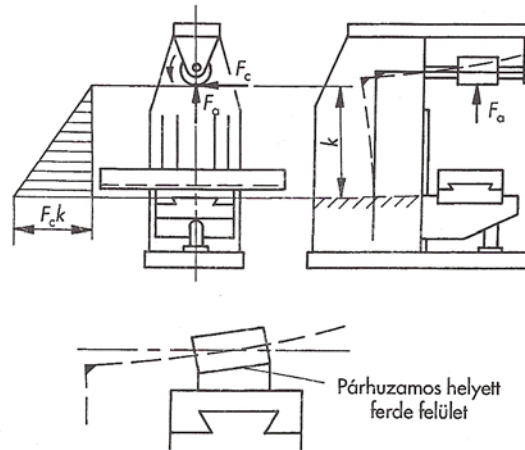
### 5.3 Marógép állványszerkezetének terhelhetősége

A vízszintes marógép állványában a forgácsolóerő komponensei egymásra merőleges síkban ébresztenek nyomatékokat. A főforgácsoló erő által okozott nyomaték a legnagyobb.

Nagysága:

$$M = F_c k$$

Ahol a  $k$  a főforgácsoló erő hatásvonalára és a veszélyes keresztmetszet közötti távolság. A veszélyes keresztmetszet az asztal legmélyebb állásánál az asztal síkjával azonos magasságban van (23. ábra).



23. ábra. Vízszintes marógép terhelése

A főforgácsoló erő hatásán kívül figyelembe kell venni még a fogásmélység irányú forgácsolóerő összetevő húzó hatását is. A csavaró és a másik irányú hajlító igénybevétel elhanyagolása miatt a megengedhető feszültség értékét az esztergagépek ágszerkezetének terhelésekor leírtak szerint:

$$\sigma_{hajl} = 1000 - 400 - 250 = 350 \text{ N/mm}^2$$

Értékre kell venni. A 23. ábrán látható, hogy a hajlítás miatt a munkadarab felülete nem lesz párhuzamos az asztal felületével.

#### 5.4 Vezetékek terhelhetősége

A csúszófelületek gyakorlatilag nem kopnak, ha közöttük mindig van kenőanyag, és biztosítani lehet a felületek szennyeződés elleni védelmét.

A megengedhető legnagyobb terhelést a felületekre jutó terhelőerővel, a felületi nyomással lehet megadni. A szakszerű felhasználás feltétele, hogy a vezetékeken ébredő felületi nyomás kisebb legyen mint a megengedhető felületi nyomás értéke.

$$k \leq k_{meg}$$

A felületi nyomást a

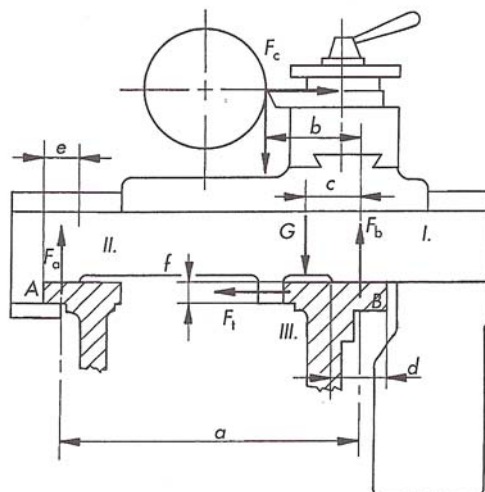
$$k = \frac{K}{A}$$

összefüggés alapján határozható meg., ahol

A a csúszó felület teherhordó felülete.

A lapos vezetékű esztergaágy erőhatásai a 24. ábrán láthatók.





24. ábra. Ágyvezeték erőhatásai

Forgácsoláskor az  $F_c$  főforgácsoló erő és a szánrendszer  $G$  súlya hat a vezetékekre, amellyel egyensúlyt tart a csúszófelületek középsíkájában keletkező  $F_A$  és  $F_B$  támasztó erő. Az  $F_a$  mélyítőerővel az  $F_t$  erő tart egyensúlyt.

A nyomatéki egyenlet a B ponton átmenő, a munkadarab tengelyével párhuzamos tengelyre:

$$M_B = 0 = -F_a a + F_a b + Gc$$

Ebből

$$F_A = \frac{F_a b + Gc}{a}$$

ahol

- $a$  két csúszóvezeték közötti távolság,
- $b$  az  $F_a$  és a nyomatéki tengely,
- $c$  a  $G$  és a nyomatéki tengely közötti távolság.

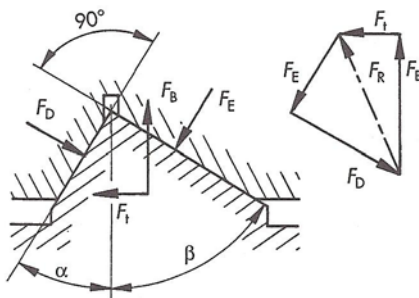
Az  $F_B$  támasztó erő:

$$F_B = F_a + G - F_a$$

Az  $F_t$  támasztó erő:

$$F_t = F_a$$

Minden esetben a csúszófelületre merőleges erőket kell meghatározni. Ha a mellső vezeték prizmás, akkor az  $F_B$  és  $F_t$  támasztóerők eredőjével ( $F_R$ ) az  $F_D$  és  $F_E$  vezetékekre merőleges erők tartanak egyensúlyt (25. ábra).



25. ábra. Erők felbontása merőleges felületre

A felületi nyomást úgy lehet meghatározni, hogy a felületre ható erőt el kell osztani a felülettel:

$$k = \frac{F}{A}$$

A  $k$  felületi nyomást kell összevetni a megengedhető felületi nyomással,  $k_{meg}$ -el. A felületi nyomásnak kisebbnek kell lennie, mint a megengedett felületi nyomás:

$$k \leq k_{meg} .$$

**A megengedhető felületi nyomás és a súrlódási tényező a szokásos vezeték-szán anyagokra**

A csúszófelület anyaga	Felületi nyomás N/mm <sup>2</sup>	Súrlódási tényező $\mu$
Öntöttvas-öntöttvas	30	0,10 ... 0,05
Edzett acél - öntöttvas	15	0,10 ... 0,05
Foszforbronz - öntöttvas	8	0,15 ... 0,08
Bronz - öntöttvas	5	0,15 ... 0,08

**Összefoglalás** A szerszámgépek ágya, állványa a gép különböző szerkezeti elemeit fogja össze. A gépen keletkezett erők, nyomatékok, dinamikus hatások, valamint a környezet hatásait hivatott kiegyenlíteni, ellensúlyozni.

A gépágyak, állványok külső felületén található a különböző vezetékek, amelyeknek a feladata a szerszámgép elmozduló elemeinek (szánoknak) a pontos vezetése. Az ágyak, állványok belső részeiben, üregeiben helyezkedik el a szerszámgép hajtóműve (hajtóművei), a villamos meghajtó motor, a hűtőrendszer, a vezérlő berendezés egyes elemei.

A gépágyak, állványok feladata még a megmunkáláskor keletkező erőhatások felvétele. A hajtóműben lévő fogaskerekek, szíjak működés közben rezgéseket gerjesztenek, amelyek a csatlakozó gépelemeken keresztül átadódnak a szerszámnak, és ezek a rezgések károsan befolyásolják a megmunkálás pontosságát, a szerszámok előírás szerinti működését. A rezgés jelenséget csökkentésében is kiemelt szerepük van az ágyak, állványok anyagának helyes megválasztásának, konstrukciós kialakításuknak.

A szerszámgépek pontossága a statikai rendszer merevségétől függ. Megkülönböztetünk:

- $C_{st}$  statikus merevséget
- $C_{din}$  dinamikus merevséget

Statikus merevségen a terhelésnek és az általa okozott deformációnak a hányadosát értjük.

Dinamikus merevség a váltakozó terhelések amplitúdójával jellemezhető. A periódikusan változó terhelést okozhatják.

Az ágyak állványok anyagai lehetnek Öntöttvasak, gömbgrafitos öntöttvasak, hegesztett acél szerkezetek, polimer beton, betonagy, gránit és műgránit. Mindegyik alapvető feladata megfelelő merevséget biztosítani a szerszámgépnek, és a lehető legjobb rezgés csillapító hatást elérni az anyag helyes megválasztásával.

Az ágyak állványok szerves része a saját anyagukból kimunkált, vagy rászerezelt vezetékek. A vezeték rendszer hivatott biztosítani az elmozduló elem pontosságát, ezzel együtt a szerszámgépen elérhető legjobb megmunkálási pontosságot. A vezetékek lehetnek csúszó és gördülő vezetékek. Megválasztásuk az adott szerszámgép tulajdonságaitól függ.

Fontos tisztában lennie a szerszámgép üzemeltetésének, milyen maximálisan megengedhető terhelés mellett üzemeltesse a gépparkját. Az egyszerűsített terhelés megállapítás gyors eszközt ad a technológus kezébe.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Először foglalkozzon a "Szakmai információ tartalom" áttanulmányozásával!
2. Válaszolja meg az "Esetfelvetés – munkahelyzet" fejezetben feltett kérdéseket! Ha segítségre van szüksége, használja újra a "Szakmai információ tartalom" fejezetben leírtakat!
3. A szakmai ismereteinek ellenőrzésére oldja meg az "Önellenőrző feladatok" fejezetben található elméleti feladatsort! Hasonlítsa össze az Ön által adott válaszokat a "Megoldások" fejezetben megadott megoldásokkal, eltérés esetén térjen vissza a "Szakmai információ tartalom" fejezethez.

4. Tanulmányozza a rendelkezésre álló különböző szerszámgépek ágy és állvány szerkezetét. Próbálja megkeresni a veszélyes keresztmetszeteket, egyszerű vázlatokon jelölje.
5. A rendelkezésre álló szerszámgépek vezetérendszerét vizsgálja meg, készítsen táblázatot a csúszó és gördülő vezetékek jellemzőiről, gépkönyv alapján határozza meg a kenési ciklusokat.
6. Álljon pozitívan a munkához, tartsa be a biztonsági előírásokat!

MUNKANYELVI

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Ismertesse milyen jellemzői vannak a szerszámgépágyaknak, -állványoknak!

MUNKANYAG

---

---

---

---

---

---

---

---

### 2. feladat

Határozza meg, mit értünk statikus és dinamikus merevség alatt!

MUNKANYELV

A large rectangular area with a yellow border containing multiple horizontal lines for writing. A diagonal watermark reading "MUNKANYELV" is overlaid across the area.

3. feladat

Ismertesse, hogyan lehet növelni a rendszer dinamikus merevségét!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. feladat

Ismertesse, milyen anyagból készülnek az ágyak állványok?

MUNKANYELV

5. feladat

Ismertesse, mi a vezetékek feladata? Milyen követelményeket támasztunk velük szemben!



MUNKANYAG

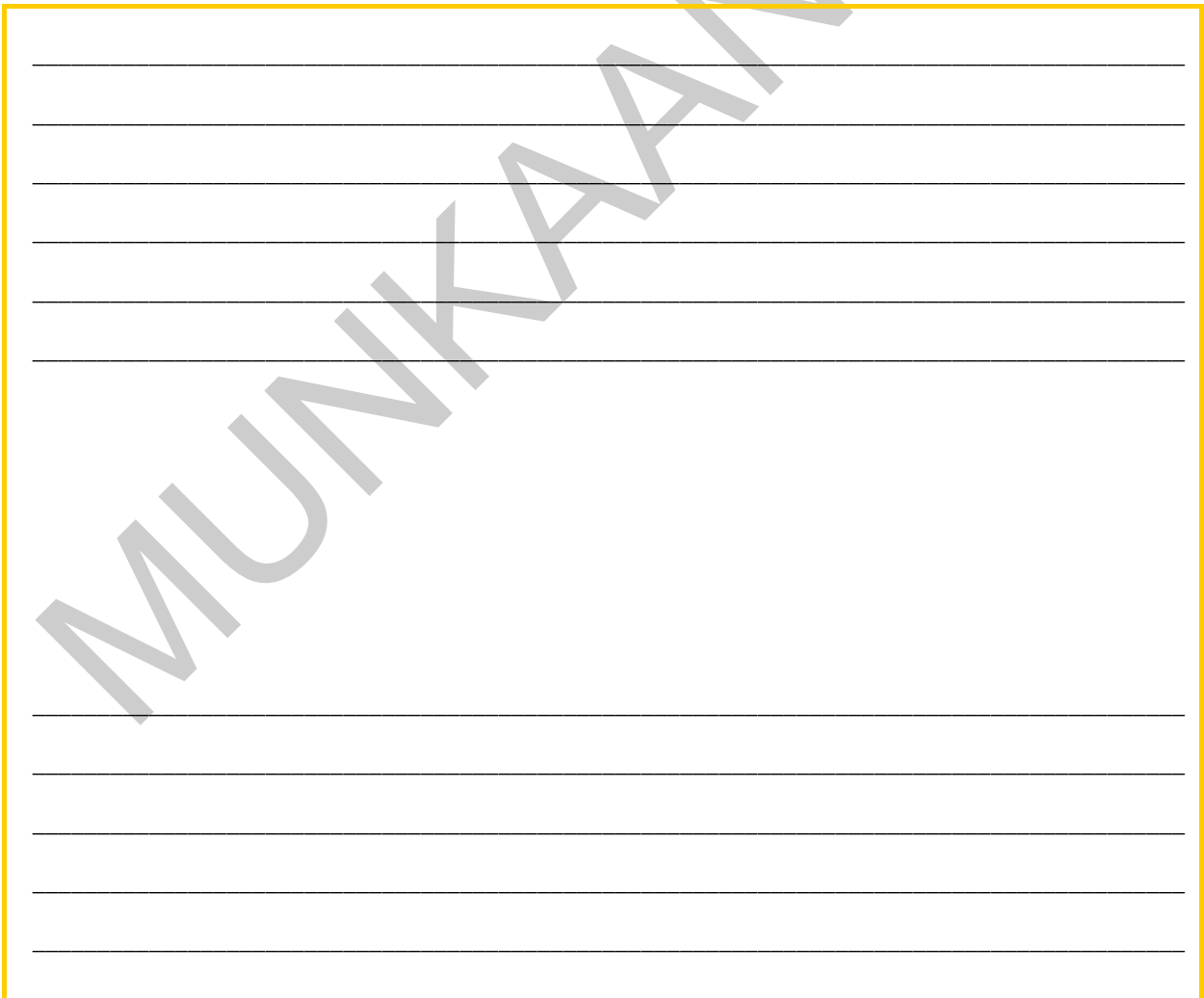
**6. feladat**

Vázoljon fel vezeték hézagmentesítő megoldást!



**7. feladat**

**Ismertesse az akadozó csúszás jelenségét!**



8. feladat

Ismertesse, milyen egyszerűsítésekkel élhetünk az ágyak, állványok terhelésének meghatározásakor?

Blank area for the answer to question 8, containing horizontal lines and a large watermark reading "MUNKANYAG".

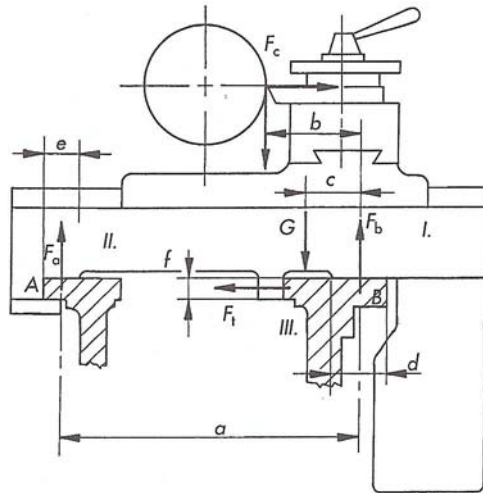
9. feladat

Ellenőrizze felületi nyomásra a lapos vezetékkel rendelkező eszterga vezetékeit,

ha:

- esztergálás közben  $F_c = 6 \cdot 10^3$  N forgácsoló erő keletkezik,
- a fogásvétel irányú erő a főforgácsoló erő 40 %-a
- a szán súlya  $G = 1,2 \cdot 10^3$  N

A 26. ábra szerint az eszterga vezetékének geometriai méretei és a fellépő erők:



26. ábra. Vezeték méretei és a fellépő erők

- $a = 0,4$  m;
- $b = 0,1$  m;
- $c = 0,06$  m;
- $d = 0,06$  m;
- $e = 0,05$  m;
- $f = 0,03$  m;
- a szám hossza  $h = 0,5$  m.

MUNKANYAG

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

A gépágyak, állványok külső felületén található a különböző vezetékek, amelyeknek a feladata a szerszám gép elmozduló elemeinek (szánoknak) a pontos vezetése. Az ágyak, állványok belső részeiben, üregeiben helyezkedik el a szerszám gép hajtóműve (hajtóművei), a villamos meghajtó motor, a hűtőrendszer, a vezérlő berendezés egyes elemei.

A gépágyak, állványok feladata még a megmunkáláskor keletkező erőhatások felvétele. A hajtóműben lévő fogaskerekek, szíjak működés közben rezgéseket gerjesztenek, amelyek a csatlakozó gépelemeken keresztül átadódnak a szerszámnak, és ezek a rezgések károsan befolyásolják a megmunkálás pontosságát, a szerszámok előírás szerinti működését. A rezgés jelenséget csökkentésében is kiemelt szerepük van az ágyak, állványok anyagának helyes megválasztásának, konstrukciós kialakításuknak.

A korszerű szerszámgépek beépített teljesítménye, így az alkalmazható forgácsolási paraméterek nagysága is dinamikusan fejlődik. Mindennapossá vált a 10–20kW főmotorú hajtás, mellé több (2 – 5) tengely egyidejű működtetését is megvalósító mellék-hajtások teljesítmény igénye is eléri a 10 kW-ot. A merevségi kérdéseken túl, a konstrukciós kialakításnak szem előtt kell tartania, hogy a megemelt beépített teljesítmények maguk után hozzák a megnövekedett forgács mennyiséget is, ezért biztosítani kell a nagy mennyiségű forgács eltávolíthatóságát is a munkatérből. Például az 1. ábrán látható ferde ágyas kivitelű megoldás a gravitációt segítségül hívva biztosítja a forgács akadálytalan lepotyogását a munkatérből.

### 2. feladat

Statikai alrendszer alatt a gép szilárd vázát értjük, amely a funkcionális egységeket hordozza.

A szerszámgépek pontossága a statikai rendszer merevségétől függ. Megkülönböztetünk:

- $C_{st}$  statikus merevséget
- $C_{din}$  dinamikus merevséget

Statikus merevségen a terhelésnek és az általa okozott deformációnak a hányadosát értjük.

$$\text{hajlítómerevség} = \frac{\text{erő}}{\text{alakváltozás}} \quad \left[ \frac{N}{\mu m} \right]$$

$$\text{csa var ómerevség} = \frac{\text{csa var ónyomaték}}{\text{elcsa var odás}} \quad \left[ \frac{Nm}{szög} \right]$$

Ebből az következik, hogy a hajlító- és csavarómerevség szempontjából a kör illetve a négyszög keresztmetszetek felelnek meg a legjobban. Amennyiben az igénybevétel jellemzően hajlítás akkor az I tartók a megfelelőek.

Dinamikus merevség a váltakozó terhelések amplitudójával jellemezhető. A periódikusan változó terhelést okozhatják:

- a forgácsoló erő,
- a kiegyensúlyozatlan tömegek
- az átviteli elemek pontatlansága miatti kényszerlengések.

- Ha feltételezzük, hogy

$$|F_{st}| = |F_{din}|$$

- akkor

$$f_{din} = y \cdot f_{stat}$$

- ahol

-  $F_{st}$  - a statikus terhelés

-  $F_{din}$  - a dinamikus terhelés

-  $f_{st}$  - a statikus terhelés hatására az elmozdulás

-  $f_{din}$  - a dinamikus terhelés hatására az elmozdulás

-  $y$  - az amplitúdó.

- A statikus merevség:

$$C_{st} = \frac{F_{st}}{f_{st}} \quad \text{ahonnan:} \quad f_{st} = \frac{F_{st}}{C_{st}}$$

- a dinamikus merevség:

$$C_{din} = \frac{F_{din}}{f_{din}} \quad \text{ahonnan:} \quad f_{din} = \frac{F_{din}}{C_{din}}$$

- Behelyettesítve a  $f_{din} = y \cdot f_{stat}$  összefüggésbe

$$\frac{F_{din}}{C_{din}} = y \frac{F_{st}}{C_{st}} \quad \text{innen:} \quad C_{din} = \frac{F_{din}}{y \frac{F_{st}}{C_{st}}}$$

- Mivel feltételeztük, hogy

$$|F_{st}| = |F_{din}|$$

- ezért

$$C_{din} = \frac{C_{st}}{y} \quad \text{vagyis} \quad y = \frac{C_{st}}{C_{din}}$$

- Ezek szerint a dinamikus merevséget meghatározza:
- a  $C_{st}$  statikus merevség
- az  $\omega$  lengést gerjesztő frekvencia
- az  $\omega_0$  saját frekvencia
- a  $\delta$  csillapítás.

### 3. feladat

A rendszer dinamikus merevsége többféleképpen növelhető. Vagy a statikus rendszer merevségének fokozásával, amit a megfelelő keresztmetszet megválasztásával, bordák alkalmazásával lehet növelni. Másik lehetőség a csillapítás fokozásával, amikor olyan szerkezeti anyagokat használnak az ágyak, állványok megépítésére, amelyeknek szövetszerkezeti tulajdonságaiknál fogva jó csillapításuk van. További lehetőség, az  $\omega_0$  sajátfrekvencia célszerű beállítása, amit a rendszer statikus merevségén keresztül, elsősorban annak tömege határoz meg. Ismeretes megoldás a forgó gépalkatrészek dinamikus kiegyensúlyozása is, ezzel is csökkenthetjük a belengésre való

### 4. feladat

A leggyakrabban használt anyag az ágyak, állványok építésére. Az öntészeti technológia lehetővé teszi a bonyolult formák, merevítések, bordák, lekerekítések létrehozását. Könnyű önthetőség jellemzi, kitölti a bonyolult forma üreget, megmunkálhatósága jó, és kiváló a rezgéscsillapító hatása. Az alkalmazott öntöttvas szürke nyersvas 2,4 ... 3,6% C-tartalommal. A megfelelően beállított szén és szilícium tartalom mellett a törete jellegzetesen szürke felületet ad, ezért is nevezik szürkeöntvénynek.

A szürkeöntvény további finomításával jön létre a gömbgrafitos öntöttvas. A modifikálás (finomítás, módosítás) során ferroszilíciumot használnak, de használható még sziliko-aluminium, kalcium-szilicid, vagy kalcium-karbid. A szilícium ötvöző hatására a grafiteloszlás finomabb lesz, a grafitlemezek gömb alakúra deformálódnak. A gömbgrafitos szerkezettel a szilárdsági viszonyok javulnak, de a csillapítása nagy szórást mutat.

A szerszámgépeknél ritkán alkalmazzák. Jobban vetemedik mint az öntöttvas, és rosszabb a csillapítása is. Az acélöntvényből készült ágyakat, állványszerkezeteket mesterséges öregítésnek – feszültségmentesítő hőkezelésnek kell alávetni, ami a nagyméretű géptestek gyártásakor komoly problémát jelent. Akkor alkalmazzuk az acélöntvény géptesteket, ha extrém nagy terhelésnek van kitéve a szerszámgép.

Egyedi gépgyártásban, célgép-építésben, vagy nagyon nagyméretű gépek készítéskor alkalmazzák a hegesztett ágyszerkezeteket. Egyszerű geometriájú acélidomokból hegesztik össze az ágy- állványszerkezeteket. Hegesztés után feszültségmentesítő hőkezelésre van szükség. A gyártás a tervezéstől (végelem modellezés) a kivitelezésig automatizálható, így gazdaságossá tehető a gyártás.

Az ágyak, állványok gyártásához az üvegszál-erősítésű és szénszál-erősítésű műgyantákat használnak. Ezek tömege az öntöttvas tömegének negyede, de csillapításuk sokkal jobb. Kisebb célgépek építésénél használják.

A gránitot már korábban is alkalmazták a mérés technikában. Stabil, merev, hőtágulással nem rendelkező, csiszolt kivitelben a mérőgépek asztalaként használják. A gépépítésben az ultraprecíziós szerszámgépek megjelenésével kezdték alkalmazni. A csiszolt gránit tömbbe furatokat fúrnak, ezekbe dűbelek segítségével rögzítik a vezetékeket, meghajtó elemeket. Mivel a természetes gránit nagyon drága, helyettesíthető műgránittal. A műgránit gránit örlemény és műgyanta kötőanyag keveréke.

---

## 5. feladat

A szerszámgépasztalok és –szánok vezetékeken mozognak. A vezetékek vagy szerves részei az ágyaknak, állványoknak, vagy azokra közvetlenül szereltek. A szerszámgépek megmunkáló pontossága és tartóssága nagymértékben függ az alkalmazott vezetékektől. Feladatukat tekintve ugyanolyan kinematikai kényszert jelentenek, mint a tengely és csapágy páros. Követelmény a kis súrlódás és csekély kopás a vezető- és vezetett felületek között. Gazdaságos megmunkálhatóság, merevség a terhelő erővel szemben, illetve a forgács és szennyeződés elleni védelem is megoldandó.

Geometriai alakjuk szerint lehetnek egyenes és körvezetékek.

Működési elvük szerint csúszó és gördülő vezetékeket különböztetünk meg.

A szerszámgépasztalok és –szánok vezetékeken mozognak. A vezetékek vagy szerves részei az ágyaknak, állványoknak, vagy azokra közvetlenül szereltek. A szerszámgépek megmunkáló pontossága és tartóssága nagymértékben függ az alkalmazott vezetékektől. Feladatukat tekintve ugyanolyan kinematikai kényszert jelentenek, mint a tengely és csapágy páros. Követelmény a kis súrlódás és csekély kopás a vezető- és vezetett felületek között. Gazdaságos megmunkálhatóság, merevség a terhelő erővel szemben, illetve a forgács és szennyeződés elleni védelem is megoldandó.

Geometriai alakjuk szerint lehetnek egyenes és körvezetékek.

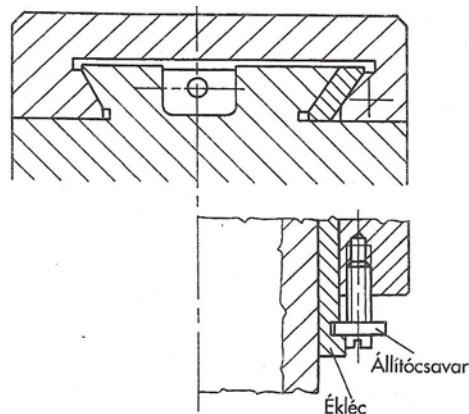
Működési elvük szerint csúszó és gördülő vezetékeket különböztetünk meg.

Az ágyak, állványok anyagaiból megmunkált, kialakított vezetékek széles körben használatosak. Előnyük, hogy nem kell külön alkatrészeket felszerelni a géptestre, annak egyébként is szükséges megmunkálása során kialakítható a vezetékek geometriája.

Fontos a vezetékek védelme a forgácstól és egyéb szennyező anyagoktól. Az intenzív hűtő-kenő folyadék alkalmazása is szükségessé teszi a vezetékek védelmét.



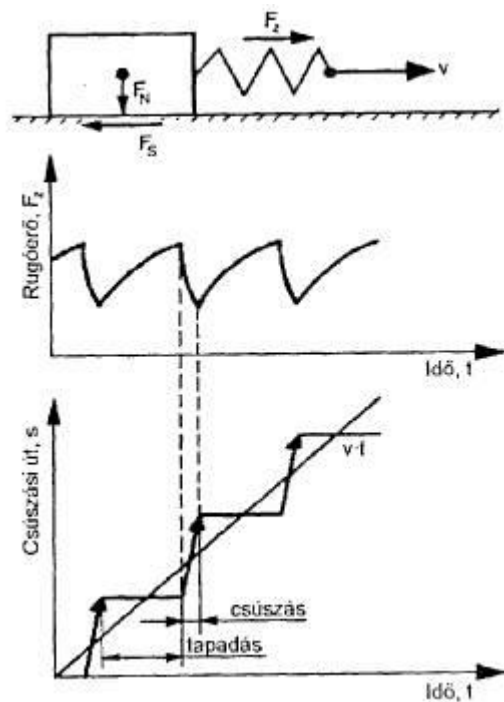
6. feladat



27. ábra. Hézagmentesítés

7. feladat

A nyugvó súrlódási tényező miatt a rendszerben lévő rugalmas elemekben energia halmozódik fel, amikor a vonó erő legyőzi a tapadás erőszükségletét, akkor a nyugvó súrlódási tényező lecsökken, a kisebb kinematikai súrlódási tényező miatt a rugalmas elemekben tárolt energia is felszabadul, a szám meglődul. Mivel a rugalmas energiatároló elemekben megszűnik a tárolt energia, a szám mozgási sebessége lecsökken, és letapad. A folyamat ismétlődik, lengésszerű lesz a szám mozgása. Ezt az akadozó csúszást nevezik idegen kifejezéssel "stick-slip"-nek.



28. ábra. Akadozó csúszás

A jelenség a forgácsolás folyamatában a CNC gépeknél zavaró, amikor a szán célhelyzet közelébe érkezik, a vezérlés a normál sebességről átkapcsol "kúszó menetre", hogy a pontos pozíciót a szán feltudja venni. Ilyenkor lép fel általában az elégtelen kenés esetén az akadozó csúszás jelensége, ami a méretek pontos betartását nehezíti.

## 8. feladat

A deformációk számítása a bonyolult ágy, állvány keresztmetszetek miatt nagyon nehéz. Végeselem-módszerrel kielégítő eredményre juthatunk, de a jó modell alkotása és helyes terhelések szimulálása még így is időigényes. Az egyszerűsített számítás azt jelenti, hogy nem a deformációt számítjuk ki, hanem a legnagyobb terhelő erőt határozzuk meg, amely a gépágyakban, állványokban a még megengedhető feszültséget ébreszti.

Ha a terhelő erő hatására keletkező feszültség ezt a megengedhető értéket nem haladja meg, a gépágy deformációja sem haladja meg a megengedhető értéket.

A megengedhető feszültséget ismerve, a megengedhető legnagyobb terhelő erőt egyszerű arányossággal ki lehet számolni. A terhelőerő és a hatására az anyagban ébredő feszültség arányos, és ez az arány állandó. Ha a terhelés kétszeresére nő ( $F_2 = 2F_1$ ), a feszültség is megkétszereződik ( $\sigma_2 = 2\sigma_1$ ), ha a terhelő erő háromszorosára nő, a keletkezett feszültség is háromszoros lesz.

Ennek alapján, az  $F_c$  forgácsoló erő, és a hatására ébredő  $\sigma$  feszültség aránya tehát egyenlő az  $F_{\text{meg}}$  megengedhető terhelőerő és az általa létesített megengedhető feszültség  $\sigma_{\text{meg}}$  arányával.

A megengedhető terhelőerő számításához ismerni kell a megengedhető feszültséget. A leggyakrabban használt öntöttvas ágyakra a  $\sigma_{meg} = 1000 \text{ N/mm}^2$ . Ha a számításban a veszélyes keresztmetszet minden igénybevételét figyelembe vesszük, akkor ezzel a  $\sigma_{meg}$ -el kell meghatározni az  $F_{meg}$  értékét. Ellenben, ha a számítás egyszerűsítése érdekében néhány igénybevételt elhanyagolunk (csavarás, hajlítás különböző síkokban, az így elkövetett hibát azzal lehet ellensúlyozni, hogy a megengedhető feszültséget csökkentjük

- a csavarás elhanyagolásával  $400 \text{ N/mm}^2$ -el
- az egyirányú hajlítás elhanyagolása esetén  $250 \text{ N/mm}^2$ -el
- a húzás vagy nyomás elhanyagolásakor  $100 \text{ N/mm}^2$ -el.

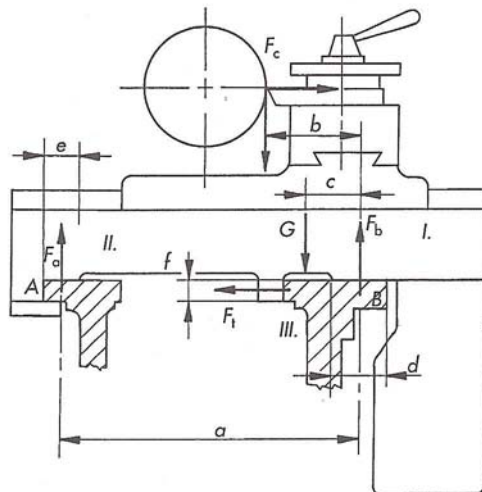
Ha a terhelő erő az  $F_{meg}$ -nél nagyobb, a veszélyes keresztmetszetben keletkező feszültség meghaladja a  $\sigma_{meg}$ -et, és a gépágy deformációja is nagyobb lesz a megengedhetőnél.

### 9. feladat

ha:

- esztergálás közben  $F_c = 6 \cdot 10^3 \text{ N}$  forgácsoló erő keletkezik,
- a fogásvétel irányú erő a főforgácsoló erő 40 %-a
- a szán súlya  $G = 1,2 \cdot 10^3 \text{ N}$

Az ábra szerint az eszterga geometriai méretei:



29. ábra. Vezeték geometriája és terhelése

- $a = 0,4 \text{ m}$ ;
- $b = 0,1 \text{ m}$ ;
- $c = 0,06 \text{ m}$ ;
- $d = 0,06 \text{ m}$ ;
- $e = 0,05 \text{ m}$ ;
- $f = 0,03 \text{ m}$ ;

- a szám hossza  $h = 0,5$  m.

A B ponton átmenő egyensúlyi tengelyre a nyomaték:

$$M_B = 0 = -F_A a + F_c b + Gc$$

innen:

$$F_A = \frac{F_c b + Gc}{a} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 0,1 + 1,2 \cdot 10^3 \cdot 0,06}{0,4} = 1680 N$$

Az erő egyensúlyból:

$$F_B = F_f + G - F_h = 6 \cdot 10^3 + 1,2 \cdot 10^3 - 1,68 \cdot 10^3 = 5,52 \cdot 10^3 N$$

Az  $F_t$  támasztó erő:

$$F_t = F_a = 2,4 \cdot 10^3 N$$

A felületi nyomás az I. felületre:

$$k_I = \frac{F_B}{db} = \frac{5,52 \cdot 10^3}{0,06 \cdot 0,5} = 1,84 \cdot 10^5 N/m^2$$

A II. felületre:

$$k_{II} = \frac{F_A}{e \cdot h} = \frac{1,68 \cdot 10^3}{0,05 \cdot 0,5} = 6,73 \cdot 10^4 N/m^2$$

A III. felületre:

$$k_{III} = \frac{F_t}{fh} = \frac{2,4 \cdot 10^3}{0,03 \cdot 0,5} = 1,6 \cdot 10^5 N/m^2$$

A "Szakmai információ tartalom 5.4 fejezetében közölt táblázatos irányértékekkel kell a kapott eredményeket összehasonlítani. A számított felületi nyomásoknak kisebbnek kell lenniük, mint a táblázati érték!

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Dr. Nagy P. Sándor: Megmunkálógépek Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola 1978.

Czéh Mihály – Hervay Péter – Dr. Nagy P. Sándor: Megmunkálógépek, Műszaki Könyvkiadó  
2002. 59230

Hervay Péter: Ágyak, vezetékek, Óbudai Egyetem, Szerszámgépek előadás vázlat 2010.

A(z) 0221-06 modul 014-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
33 521 03 0100 31 01	Felvonó karbantartó-szerelő
33 521 03 0100 31 02	Mozgólépcső karbantartó-szerelő
33 521 03 0100 31 03	Személyszállító gép üzemeltetője
33 521 03 0100 31 04	Szórakoztatóipari berendezés-üzemeltető
31 521 03 0000 00 00	Építő- és szállító gép-szerelő
33 521 03 0000 00 00	Felvonószerelő
31 521 06 0000 00 00	Finommechanikai gépkarbantartó, gépbeállító
54 525 02 0010 54 01	Erdőgazdasági gépésztechnikus
54 525 02 0010 54 02	Mezőgazdasági gépésztechnikus
31 521 10 1000 00 00	Géplakatos

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

15 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató