



VULKANIZÁLÓPRÉS ÁTALAKÍTÁSA

CONVERSION OF VULCANISATION PRESS

Skorcov Gergő,¹ Szigeti Ferenc²

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártás-technológia Tanszék. Nyíregyháza, Magyarország, skorcov13@gmail.com

² Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártás-technológia Tanszék. Nyíregyháza, Magyarország, szigeti.ferenc@nye.hu

Abstract

The topic of this thesis is the modification and modernization of a vulcanizing press. First, the necessity of modifying the vulcanizing press is thoroughly justified, followed by a presentation of the modernization process steps, analyzing the requirements, expected outcomes, and benefits. During the modification, a frequency-controlled three-phase electric motor replaced the pneumatic cylinder in the new design. This motor transmits power to the input shaft via a worm gear, which is connected to the rotating shaft through a rubber plug coupling. The rotating shaft was fitted with new bearings, which were installed in a custom-made bearing housing. The thesis provides a detailed explanation of how the pneumatic rotary actuators of two press travel beams were converted to electric operation. After designing the necessary components for modernization, the manufacturing technology was also developed. A schedule was created for constructing the new design, based on which the vulcanizing press was successfully modified. The article also reports on operational experiences following the modification.

Keywords: : *machine design, automation, energy saving.*

Összefoglalás

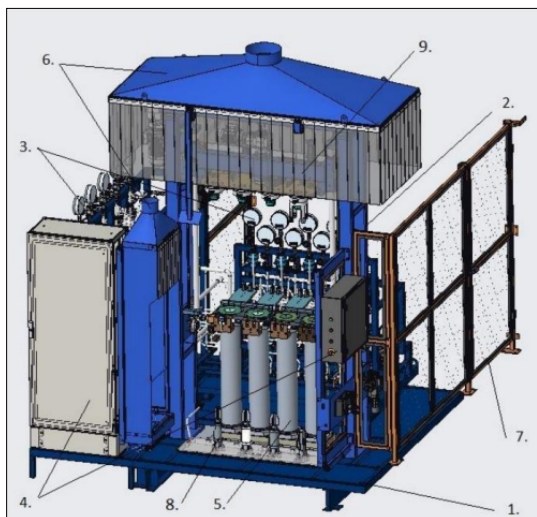
A dolgozat témája vulkanizálóprés átalakítása, korszerűsítése. Elsőként részletes indokoljuk a vulkanizálóprés átalakításának szükségességét, majd bemutatásra kerülnek a korszerűsítési folyamat lépései, elemezzük a követelményeket, az elvárt eredményeket és előnyöket. A berendezés átalakítása során az új konstrukcióban egy frekvenciaváltóval vezérelt, háromfázisú villanymotor vette át a munkahenger szerepét. Ez a motor egy csigahajtóművön keresztül viszi át a hajtást a bemenő tengelyre, amely egy gumidugós tengelykapcsolóval kapcsolódik a forgatótengelyhez. Erre a tengelyre új csapágyazás került, ezzel történt a csapágyak beépítése egy egyedileg gyártott csapágyházba. Dolgozatomban részletes bemutatásra kerül, hogyan került átalakításra két prés pneumatikus, fordítóműves utazógerendája elektromos működtetésűre. A korszerűsítéshez szükséges alkatrészek megtervezése után kidolgozásra került a gyártástechnológiájuk is. Az új konstrukció elkészítéséhez ütemterv készült, amely alapján a vulkanizálóprés átalakítása megvalósult, így a cikkben az átalakítást követő üzemeltetési tapasztalatokról is beszámolhatunk.

Kulcsszavak: *géptervezés, automatizálás, energiamegtakarítás.*

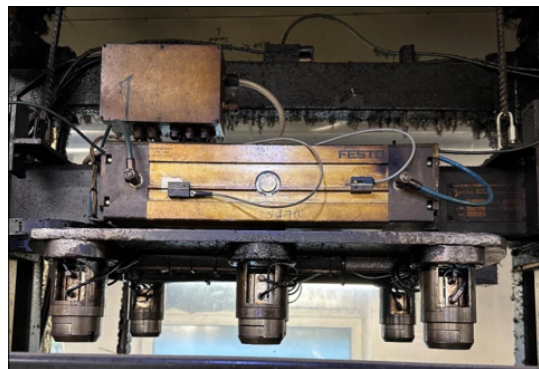
1. Bevezetés

A vulkanizálóprés bemutatása
Az átalakításra választott berendezés egy háromkamrás vulkanizálóprés, ahol hengeres lég-
rugók gyártása folyik (1. ábra). A berendezés két
fűtőkörrel rendelkezik, amelyben egy ún. bal-

szzerű gumielem választja el a két teret. A termék
felépítéséhez felépítőgépeket használunk, ame-
lyekhez szervizerek is tartoznak. A szervizerek
olyan gépek, amelyeken tekerccsekben tudjuk
tárolni és adagolni a gumifilmet és szövetet is.
A megfelelő hosszúságú és szögű gumielem vá-
gása itt történik, ez a jelenlegi üzemben automa-
-



1. ábra. A vulkanizálóprés felépítése 1. Alapkeret, 2. gépváz, 3. technológiai állványok (2 db), 4. villamos szekrények, 5. vulkanizálókamrák (4 db), 6. elszívóernyő (2 db), 7. védőkerítés, 8. elhűtőegységek (4 db), 9. utazógerenda



2. ábra. Az utazógerenda

tikusan történik, de vannak kézi vezérlésűek is. Ennek végrehajtása során a dolgozó a gumielemet a hevederre helyezi, itt a pozicionálást egy lézervivetítő segíti. A kivetítő a heveder fölött helyezkedik el, és egyszerű vonalábrát vetít a hevederre azért, hogy mindig a megfelelő geometriájú termék készüljön el. A program és a heveder léptetése egy lépésben, lábpedállal történik. Az itt gyártott légrugók különlegessége még az, hogy felépítőcsöveket használunk, amelyeket később a vulkanizálóprés automatikusan helyez a kamrákba. A vulkanizálás folyamata úgy történik, hogy először egy előre meghatározott nyomáson és idő alatt sűrített levegővel a terméket a felépítőcsőre simítjuk. Ez azért fontos, hogy a felépítés folyamán esetlegesen keletkező levegőbuborékokat megszüntessük. A következő lépésben bevált a gőzszabályozó szelep, és megtölti az első teret gőzzel, a kívánt nyomás elérése után pedig a következő szelep vált be, és így ott is lezajlik a folyamat. Itt elindul a vulkanizálási folyamat, és a receptben előre meghatározott idő után elkészül a kész termék. A gép ilyenkor automatikusan kivieszi a készterméket, majd a következő lépésben a hűtőtűskékről már felveszi a még nyers termékeket, és azt helyezi a gépbe.

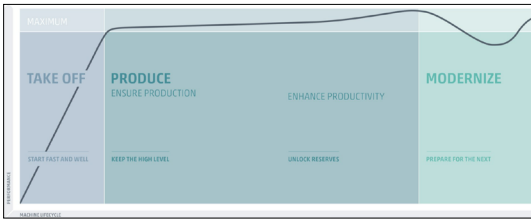
2. Az átalakított részegység bemutatása

Az utazógerenda a felépítőcsövek, illetve a gumibalg cső ki- és beemelését biztosítja. Az utazó-

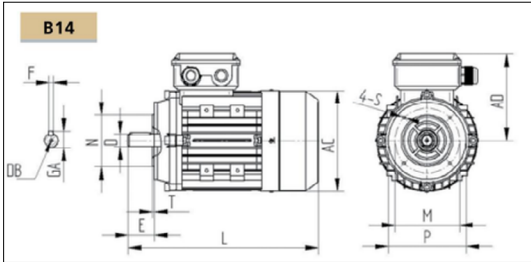
gerenda mozgatását két pneumatikus munkahenger végzi, és egy láncos zuhanásgátló szerkezettel van ellátva. A gerenda vezetését pozicionálható vezetőoszlopok biztosítják. Az utazógerendán található asztal fordítása hajtómű segítségével történik. Ezt a régi konstrukcióban (2. ábra) egy pneumatikus fordítómű végezte, viszont az újban már villanymotorosan történik. Az asztal véghelyzetekben történő reteszelve pneumatikus működtetésű munkahengerrel valósul meg. Az asztal alsó felületén került elhelyezésre a három-három darab (az újabb vulkanizálópreseken már négy-négy) megfogókészülék. Az új gépeken kétféle megfogópofa létezik, erre később részletesen a fejlesztési javaslatok részben térünk majd ki.

3. A vulkanizálóprés átalakításának tervezése

Az átalakítás szükségessége nemrég fogalmazódott meg, mert a cég évente tart olyan megbeszéléseket, amelynek a célja a költségcsökkentés, illetve az egyre kevesebb károsanyag-kibocsátásra való törekvés. Éghajlatunk védelméért elengedhetetlen feladatunk, hogy 2 Celsius-fok alá csökkentsük a globális felmelegedés mértékét, ezért a Continental azt a célt tűzte ki, hogy 2050-re teljesen szén-dioxid-semleges módon folytatja működését. Így megszületett a döntés, amely szerint a jelenlegi pneumatikus fordítóműves utazógerendát elektromos működtetésűre alakítjuk át. Ez nemcsak költségcsökkentési, illetve környezetvédelmi szempontokból jelentene előnyt, de így könnyedén megoldható a fordítás alkalmával a véghelyzeti csillapítás is. A fordítóhenger már egy elavult konstrukciónak számít, mert meghibásodás esetén a javítása hosszú gépálláshoz vezetne. Ezzel az átalakítással így két feladatot is megold-



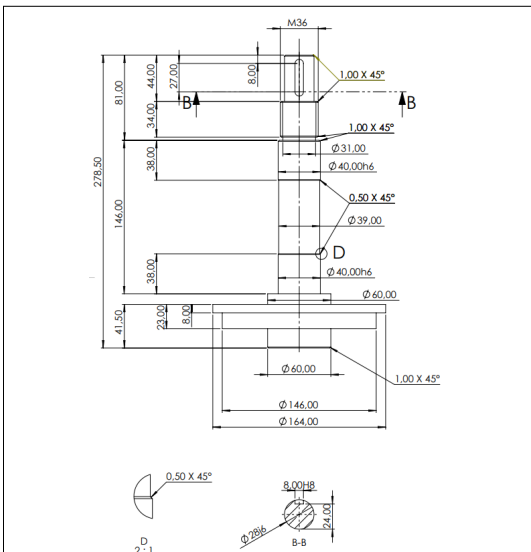
3. ábra. Gépelettartam és -teljesítmény



4. ábra. A kiválasztott villanymotor



5. ábra. Lassító áttételű csigahajtómű



6. ábra. A forgótengely

dunk, hiszen a jövőbeli gépállások időtartalmát is csökkenthetjük (3. ábra).

4. Új konstrukció kidolgozása

A tervezési folyamat első lépéseként a meglévő távolságokat lemértem, hiszen ezek adott méretek voltak, a prés többi részét nem szerettük volna módosítani. Így a megadott távolságra a fordítóhenger helyére egy csapágyházat terveztem, amelyben két különböző csapágyat helyeztem el. Az egyik csapágy egy toroidgörgős csapágy, ennek célja, hogy a kimagaslóan nagy radiális terheléseket könnyen lekezelje a gép, a másik csapágy pedig egy egysorú, kúpörgős csapágy, amely pedig felveszi az egyirányú, axiális terheléseket. Ezzel a csapágypárossal mindkét irányú terhelést biztonságosan felveszi a fordítóművünk.

4.1. Villanymotor kiválasztása

A feladatra a magyar piacról választottam gyártót, és törekedtem a megbízhatóság mellett arra is, hogy olcsó és energiahatékony legyen a beruházás. Így a választásom az alábbi háromfázisú villanymotorra esett (4. ábra):

Típusa: Agisys TMS 712-6 B14 [1]

$P = 750 \text{ W}$

$n = 925 [1/\text{perc}]$

Továbbá, a fordulatszám csökkentése érdekében választottam hozzá egy lassító áttételű csigahajtóművet (5. ábra) is.

Típusa: Bonfiglioli VF 49 P1 45 P71 B14 B3 [2]

$i = 45$

4.2. A tengely anyagának kiválasztása

Miután sikeresen kiválasztottam a hajtást, következett a tengely méretezése, anyagának kiválasztása. A jelentős terhelések figyelembevételével nagy szilárdsággal és szívóssággal rendelkező acélt választottam: 42CrMo4 (1.7225 → EN 10250), amelyet előszeretettel használnak az autóiparban is, tengelycsuklók, hajtótengelyek és formaszerszámok gyártására is. Főbb mechanikai jellemzői:

$R_m = 1100 \text{ MPa}$

$R_{p0.2} = 750 \text{ MPa}$

4.3. Tengely méretezése

A tengelyt klasszikus számítási módszerekkel méreteztem összetett igénybevételre. A kiválasztott anyag típusnak (42CrMo4) megfelelő megengedett feszültséget vettem figyelembe, háromszoros biztonsági tényezővel számoltam ($\sigma_{\text{meg}} = 250 \text{ MPa}$), amellyel a minimális tengelyátmérő $d = 21,03 \text{ mm}$ -re adódott. A forgótengely geometriáját a 6. ábrán mutatjuk be.

A retesz hosszának meghatározása kétféle (t_1 , t_2) felületi nyomás figyelembevételével történt, ill. elvégeztem a nyíró igénybevételre való ellenőrzést is. A retesz hossza így 35 mm-re adódott.

4.4. Csapágyak méretezése

A 4.3. pontban leírt méretezés alapján, a szabványos csapágyméreteket figyelembe véve $d=40\text{ mm}$ átmérőjű csapágyat választottam. Mivel axiális és radiális irányban is kap terhelést a tengely, ezért a választott csapágy pár egy toroidgörgős csapágyból és egy kúpögögős csapágyból áll. A megfelelő számítások végrehajtása után az alábbi alapterheléseket kaptuk:

$$C1 = 21,42 \text{ kN}$$

$$C2 = 47,43 \text{ kN}$$

Így a választott csapágyak:

- SKF C 2208 V - telegörgős CARB toroidgörgős csapágy [3]

- SKF 33208 - Egysorú kúpögögős csapágy [4]

Az alsó tengely további méreteit a jelenlegi gép paraméterei adták, hiszen a függőleges mozgást végző pneumatikus munkahengert nem változtattuk meg, ahogy a vulkanizálókamrák magassága is adott volt (8. ábra). Szükség volt még a csapágyház megtervezésére. Ennek a rögzítése hegesztéssel történt a gép kereszttartó zártszelvényéhez, melytől való távolság szintén fix volt, hogy a forgás tengelye ne mozduljon el. Így, már ezek alapján meg tudtuk határozni a csapágyház méreteit, amelyhez készítettem csapágyleszorító fedelet is, illetve a csapágyak közé távtartó csöveket helyeztem el (9. ábra).

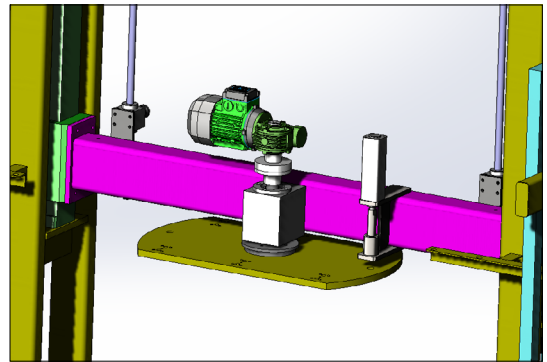
5. A vulkanizálóprés átalakításának komplex kidolgozása

A tervezési folyamat első lépéseként a meglévő távolságokat lemértük, hiszen ezek adott méretek voltak, a prés többi részét nem szerettük volna módosítani. Így a megadott távolságra, a fordítóhenger helyére egy csapágyházat terveztem, amelyben két különböző csapágyat helyeztem el: az egyik csapágy egy toroidgörgős csapágy, ennek a célja, hogy a kimagaslóan nagy, radiális terheléseket könnyen lekezelje a gép, a másik csapágy pedig egy egysorú, kúpögögős csapágy, amely pedig felveszi az egyirányú, axiális terheléseket. Ezzel a csapágypárossal mindkét irányú terhelést könnyen kibírja a fordítóművünk (7. ábra).

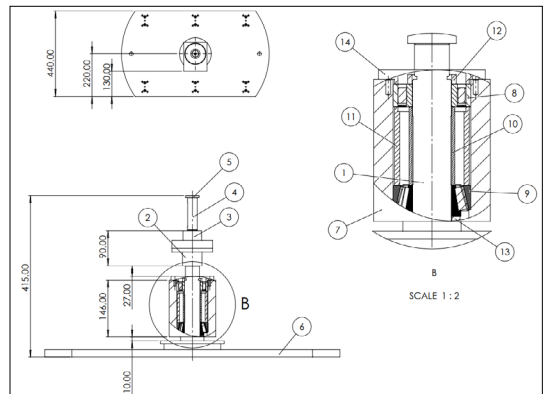
A csapágyház rögzítését a gépházhoz hegesztéssel oldottam meg, a csapágyak pozicionálása pedig távtartókkal, illetve csapágyleszorító fedéllel történt. A forgó lemezhez az alsó tengelyt csavarokötéssel rögzítettem, ezen a tengelyen találhatóak



7. ábra. A választott toroidgörgős és kúpögögős csapágy

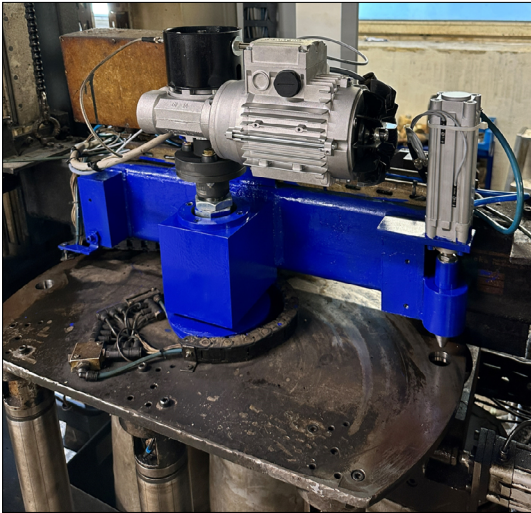


8. ábra. Új konstrukció SolidWorks-modellje

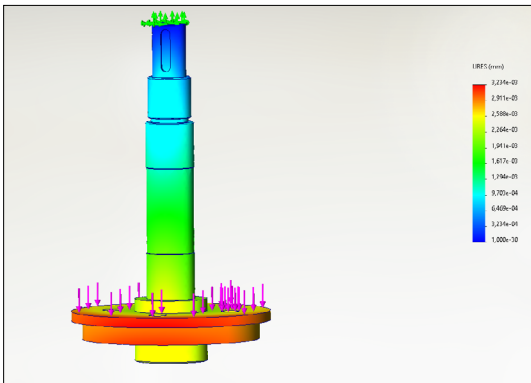


9. ábra. Csapágyház

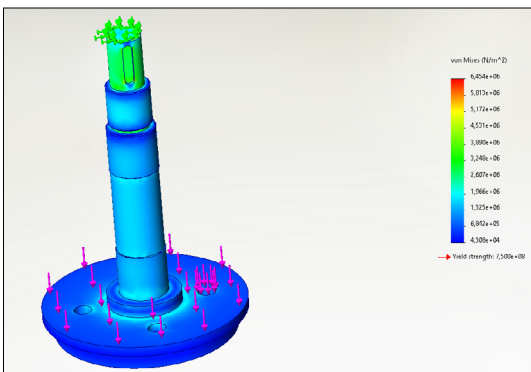
a csapágyak. A tengely szabad másik vége egy gumidugós tengelykapcsolóhoz csatlakozik, amelyben a rögzítés reteszhoronnyal és hernyócsavarral történik. A gumidugós tengelykapcsoló másik feléhez a csigahajtóműbe bemenő tengely kapcsolódik hasonló módon. A csigahajtóműhöz pedig a háromfázisú villanymotor kapcsolódik,



10. ábra. Az elektromos működtetésű fordítóműves utazógerenda



11. ábra. Az alsó tengely lehajlása



12. ábra. A fordítómű tengelyében ébredő feszültségek

amelynek a fordulatszámát egy frekvenciaváltóval szabályozzuk. Az új konstrukciójú fordítómű megfelelő működtetéséhez az alábbi változtatásokra volt még szükség: Egy olyan érzékelőt kellett felszerelni, amely a tengely elfordulását figyeli. Továbbá a fordítóműnek két véghelyzete volt, így eddig nem volt szükséges az elfordulás elleni reteszelés, viszont az átalakítás után szükségessé vált az elfordulás elleni biztosítás. A megoldás egy olyan reteszelőtengely beépítése volt, amelyet egy pneumatikus munkahenger mozgat (8. ábra). Továbbá a frekvenciaváltót el kellett helyezni egy új kapcsolószekrényben, mert a régiben már nem fért el. Ennek a kábelezését, illetve a PLC-program módosítását is el kellett végezni (10. ábra).

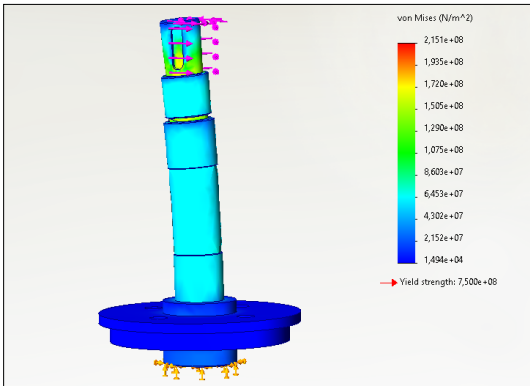
6. Végeelem-analízis

A fordítóműtengely méretezésének ellenőrzésére végeelem-analízist végeztem. Az alsó tengely lehajlását és a benne ébredő feszültséget vizsgáltuk 1500 N terhelés esetén. A terhelést a vulkanizálócsövek, illetve a lemez forgórészüllyéből számoltuk ki, amelyek az alsó tengelyhez kapcsolódnak. Ehhez kétszeres biztonsági tényezőt választottunk. A vizsgálat végrehajtása SolidWorksben történt. Ahogyan a 11. ábrán is látható, a legnagyobb lehajlás a munkadarab alsó részében található, értéke 0,003 mm, amely elhanyagolható, a működést és a gyártási folyamatot nem befolyásolja.

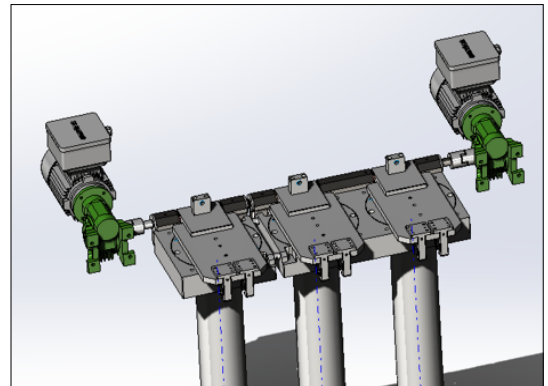
A fordítómű tengelyében a legnagyobb feszültség, a korábban számított értékkel összhangban, a legkisebb átmérőben ébredt, ennek értéke $6,454 \cdot 10^6$ N/m². Ez a megengedett $7,5 \cdot 10^8$ N/m² alatt van, így megfelel (12. ábra).

A következőkben azt vizsgáltam meg, hogy a villanymotor nyomatéka milyen károkat okozna, ha esetlegesen megakadna valahogyan a fordítás folyamata, és maximális nyomaték terhelné a legszűkebb keresztmetszetet. Szimulációmban így a tengely alját befalaztam, és a korábban számolt csavarónyomaték kerekített értékével, 350 Nm-rel terheltem.

Ahogyan a 13. ábrán látható, a legnagyobb feszültség valóban a tengelykapcsolóba csatlakozó részt terheli, ennek értéke $2,15 \cdot 10^8$ N/m² volt, miközben a maximális megengedett feszültség a tengely anyagára $7,5 \cdot 10^8$ N/m², így tehát a tengely erre is megfelel. A tengely így képes a ráterhelt súlyt deformáció nélkül megtartani, illetve esetleges géptörés, üzemzavar esetén képes elviselni a villanymotor által kifejtett maximális csavarónyomatékot.



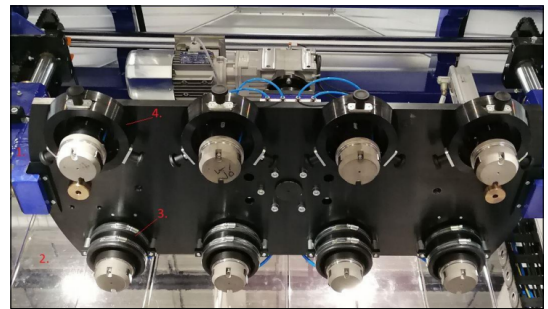
13. ábra. A fordítómű tengelyében ébredő feszültségek túlterhelés esetén



15. ábra. Fedélnyitó mechanizmus átalakítása



14. ábra. Pneumatikus munkahengerek



16. ábra. Az új prések megfogószerkezete

7. További fejlesztési lehetőségek és javaslatok a cég számára a vulkanizálóprés fejlesztésére

7.1. Fedélnyitó mechanizmus átalakítása

A további fejlesztési lehetőségek érdekében megvizsgáltam a gép további, pneumatikus működtetésű alkatrészeit, hogy esetleg mely mechanizmusokat lehetne villanymotoros vezérlésűvel kiváltani. Ami a legszembeütőbb volt, hogy a kamrák zárása egyenként egy pneumatikus munkahengerrel történik (14. ábra).

Ezzel a konstrukcióval több probléma is volt: először is a pneumatikus munkahenger végcsillapítás-tömítése a tartósan magas hőhatást nem bírta, ezért a csillapítás nem működik hosszú távon, így pedig ütésszerűen történik a zárás. Másodsorban a hegesztési varratok ridegsége miatt a konstrukció többször is eltört, ezeket gyakran

javítani kellett. Így ismét már több nyomós indok lenne a fejlesztésre. Az általam javasolt megoldás az lenne, hogy a kamrákat egy tengellyel kötném össze, amelyben a megfelelően beépített reteszek segítségével nyílnának a kamrafedelek, a tengely pedig egy gumibetétes tengelykapcsolóval csatlakozna a háromfázisú villanymotor csonkjához (15. ábra).

A fejlesztési terv szerint a kamratömbök is ki lennének cserélve. Elég nagy beruházást igényelne az átalakítás, így a 2024-es költségkeretbe nem fért bele a cégnél, de nincs elvetve az ötlet, hiszen nemcsak megtakarítással járna az átalakítás, hanem a gép élettartamát is meghosszabbítaná. Továbbá a fejlesztés megoldással szolgálna olyan problémákra is, mint a törött fedél vagy beszakadt csavarok által már menetjavítóval ellátott furatok megszüntetése.

7.2. Megfogószerkezetek átalakítása

Egy másik fejlesztési javaslat ötletét pedig az egyik új vulkanizálógépunk adta. Korábban még a vulkanizálóprés bemutatása pontban említettem, hogy az új préseknek más a megfogószerkezetük (16. ábra). Így kiegészült egy új funkcióval

a gép, mert létezik bennük egy úgynevezett készterméklehúzás-funkció. Az egyik sor alapvetően a felépítőcső megfogására képes (1.), míg a másik sor (2.) a felépítőcső megfogásán túl képes a termék megfogására is egy gumibalg (3.) segítségével. Azon a soron (1.), melyen kizárólag a felépítőcső megfogására képes szerszámok helyezkednek el, a megfogópofákhoz beépítésre került egy tartó (4.) is, mely a kamrákban lévő gumibalggal szerelt cső ki- és beemeléséhez szükséges készüléket, úgynevezett „koronát” képes fogadni. A termék lehúzás úgy történik, hogy a gép automatikusan megáll egy előre programozott magasságban, a gumibalgot felfújódnak, és az operátoroknak levegőpisztollyal a késztermék alsó részénél levegőt kell fújniuk a termék és a felépítőcső közé úgy, hogy közben a másik kezükkel, amelyen hőálló kesztyűt viselnek, kissé felfelé irányba tolják a terméket. Amikor kilépnek a veszélyes zónából (fényfüggőnyel elkerített területből), a zöld gomb megnyomásával a prés folytatja a folyamatot, és lerakja a felépítőcsöveket a hűtőtűskékre. Ezután a kocsizat ismét elindul felfelé, a korábbi magasságra, és közben lehúzza a terméket a csőről. Ezzel a módszerrel tovább lehet gyorsítani a folyamatot, hiszen jelenleg a már lerakott csövekről távolítják el a terméket egy hasonló folyamattal, ami nem éppen kényelmes. A fejlesztés nemcsak az automatizáltabb gyártási folyamat irányába tenne lépéseket, hanem biztonsági és ergonómiai problémákra is megoldást jelentene.

8. Következtetések

Az elmúlt időszakban két prés is sikeresen átalakításra került, amelyeknek minden lépését végig-

kísértük, kezdve az alkatrészek megrendelésével, külső vállalkozókkal való egyeztetésekkel, az alkatrészek gyártási folyamatának koordinálásáig. Az átalakítás utáni üzemeltetési tapasztalatok kedvezőek, hosszabb ideje jól működnek az átalakított prések, ezért kijelenthető, hogy sikeres volt az átépítés. Nem volt üzemzavar, leállás, a prések hozták a várt eredményeket, a korábbi fordítóművel kapcsolatos problémák teljesen eltűntek, és ezzel meg-hosszabbítottuk a gép élettartamát is. Várhatóan a következő évben megvalósulhatnak a fentebb említett további fejlesztési lehetőségek.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát a Nyíregyházi Egyetem Tudományos Tanácsa támogatta.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Agisys Kft., Motor katalogus, 2. kiadás.
<https://agisys.hu/up/docs/agisys-motor-katalogus.pdf>
- [2] Bonfiglioli shop, VF 49 P1 45 P71 B14 B3 Gear Specification.
https://shop.bonfiglioli.com/store/bonfigliolib2c/en/product/00000000200680279?srsItd=Afm-BOopTCgMjWOSiFyk6xEuOA7HfJIn-UcI3Xn7fZT-tIF3_m26m6EYMr
- [3] SKF, C 2208 V Full complement CARB toroidal roller bearing.
<https://www.skf.com/my/products/rolling-bearings/roller-bearings/carb-toroidal-roller-bearings/productid-C%202208%20V>
- [4] SKF, 33208 Egysorú kúpgörgős csapágy.
<https://www.skf.com/hu/products/rolling-bearings/roller-bearings/tapered-roller-bearings/single-row-tapered-roller-bearings/productid-33208>