



IDŐZÍTŐFÉKES PRÉS TERVEZÉSE

DESIGN OF A TIMER-BRAKE PRESS

Fehér Dominik,¹ Ravai-Nagy Sándor,² Szigeti Ferenc³

¹ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Tanszék. Nyíregyháza, Magyarország, feherdomi@gmail.com

² Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Tanszék. Nyíregyháza, Magyarország, nagy.sandor@nye.hu

³ Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Tanszék. Nyíregyháza, Magyarország, szigeti.ferenc@nye.hu

Abstract

The topic of the article is the modification of a mechanical arm press and its installation on the production line. After discussing the necessity of the development, the design process of a key component – the timer locking mechanism – is elaborated. This is followed by an overview of the press mounting and installation requirements, and the solutions as well as the key components of the equipment, such as the toothed part and the locking mechanism. Detailed assembly models are created, and load tests are performed on the components and surfaces supporting the press using both traditional calculations and finite element methods to verify that the designed structure can withstand mechanical loads without significant deformation. Finally, a development opportunity is presented that allows for the automation of not only the timer-brake press but also any other flanging press.

Keywords: *press automation, finite element analysis, manufacturing optimization.*

Összefoglalás

A cikk témája mechanikus karos prés átalakítása és gyártósorra történő telepítése. A fejlesztés szükségességének tárgyalása után kifejtésre kerül a prés tervezésében kulcsszerepet betöltő időzítőes reteszelőszerkezet tervezési folyamata. Ezt követően bemutatjuk a prések rögzítési és telepítési követelményeit és a megoldási módszereket, valamint a berendezés fontosabb alkatrészeit, a fogazott alkatrészt és a reteszelőt. Részletes összeállítási modellt készítve, a préseket hordozó alkatrészekben és felületeken terhelésvizsgálatok végrehajtása történik hagyományos számítások és végelem-módszer alkalmazásával, annak igazolására, hogy a megtervezett szerkezet elviseli a ráható mechanikai terheléseket jelentős deformációk nélkül. Végül bemutattunk egy olyan fejlesztési lehetőséget, amellyel nemcsak az időzítőfékés prés, hanem bármely más peremező prés automatizálása is megvalósítható.

Kulcsszavak: *présautomatizálás, végelem-analízis, gyártásoptimalizálás.*

1. A projekt ismertetése

A VW Touareg 536-típusú autó egy Premium-SUV-kategóriájú, luxuskivitelű sporthaszonjármű, amelyet a Volkswagen cég gyárt. A terepjáró sebességváltójának felső, bőrzöött, műanyag részének (németül Oberteil, azaz felső rész) összeszerelése zajlik a soron, ahová szükséges a prést telepíteni (1. ábra).

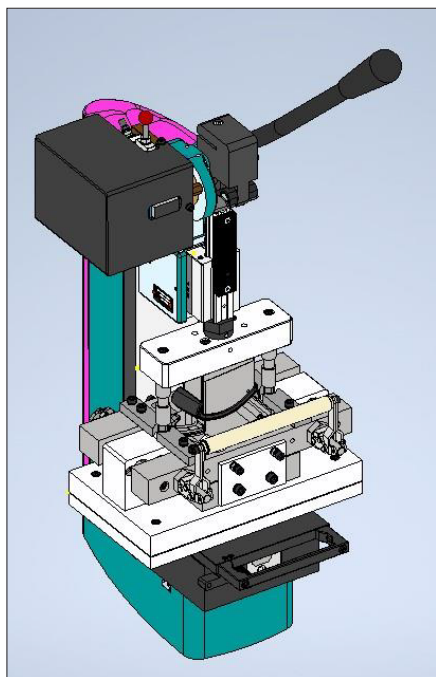
A projekt kiindulópontja egy vevői reklamáció volt, amely felvételi problémákat jelzett a végterméken. Ennek okai feltárása érdekében az üzemben laborvizsgálatokat végeztek, amelyek három fő hibaforrást azonosítottak: helytelen rögzítés, rossz kézi visszaperemezés és elégtelen rögzítési időtartam. A gyártási folyamat során a fröccsöntött műanyag alkatrészeire ragasztóval befűjt



1. ábra. Touareg 536-sebességváltó [1]



2. ábra. „Touareg 536 Oberteil” végtermék



3. ábra. Az időzítőfékes prés összeállítási modellje [2]

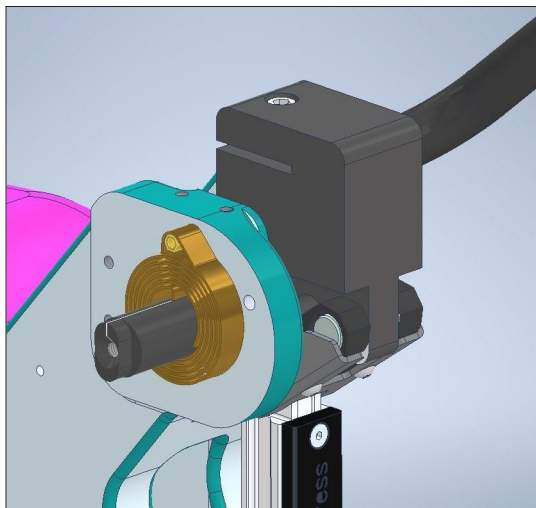
kiszabott bőrt kell felhelyezni, majd a peremeket megfelelő ideig fix pozícióban kell tartani, hogy a ragasztó megkössön (2. ábra).

A feladat megoldásához a német anyavállalat által biztosított peremezőszerszámok összehangolására volt szükség egy megfelelő mechanikus karos présel. Ehhez tervezni kellett egy adaptert a felső szerszámhoz, valamint egy időzítő fékzószerkezetet, amely megakadályozza a prés idő előtti oldását, ezzel csökkentve a selejtgyártást. Mivel jobb kormányos járművekhez is gyártanak alkatrészeket, két különálló prés beépítésére volt szükség. A cég számára kiemelten fontos a helykihasználtság, ezért egy forgó tartólapra kerültek a prések, amelyekre a már meglévő kapcsolóprések is integrálhatók voltak. A tartólap méretezése, gyártástechnológiájának kidolgozása és csapágyazása szintén a projekt része volt, biztosítva a hatékony és ergonomikus kialakítást.

2. Az időzítőfékes prések ismertetése, funkciója

A prés feladata a termék rögzítése megfelelő ideig, a szükséges erő kifejtéssel és a termék visszaperevezése (3. ábra). A működés megértéséhez először a felső présszerszám és a reteszelőszervezet ismertetése szükséges. Az operátor a felső formába helyezi a terméket, majd egy mozgó tálcán tolja be az alsó szerszámot. Ezután a kart lehúzza elindítja a préselést, amelyet egy spirálrugó ellenében működő présfej biztosít.

A reteszelőszervezet egy tengelycsonkra kerül, amely a spirálrugó ellenében a présszal együtt fordul (4. ábra). A koncepció egy fogazott íves al-



4. ábra. A spirálrugó és a tengelycsonk [2]

katrész és egy reteszelőegység összekapcsolásán alapul, ami megakadályozza a prés idő előtti oldását. A rendszer működését egy induktív érzékelő támogatja, amely adott idő után visszaszámlálót indít. A visszaszámlálás végén egy pneumatikus munkahenger kibillenti a reteszelőt, lehetővé téve ezzel a prés oldását.

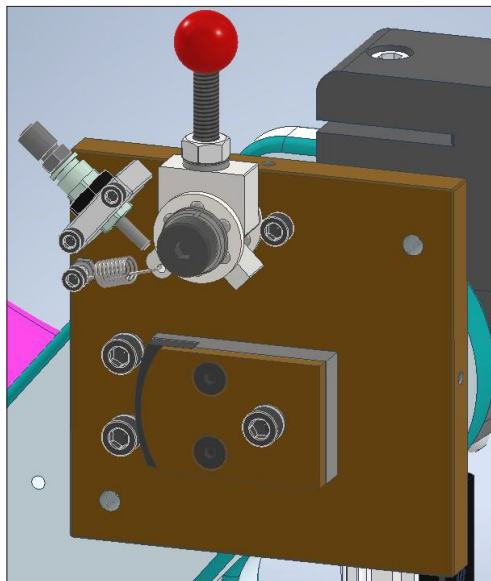
A reteszelő és a munkahenger rögzítéséhez egy alaplap tervezésére került sor, amely biztosítja a megfelelő elhelyezkedést és elegendő helyet hagy a fogas ív számára (5. ábra). Az alaplap három rögzítési ponttal csatlakozik a prés öntvénytestéhez, ebből kettő meglévő menetes furatokhoz kapcsolódik, a harmadikhoz pedig egy új furatot kellett készíteni. A szerkezet kialakítása során figyelembe vettük a karbantartási lehetőségeket is, így egy kézi oldókar is beépítésre került, amely sűrített levegő hiányában is lehetővé teszi a prés működtetését. Az időzítő központi eleme az „AT-mega328”-típusú mikrovezérlő, amely egy induktív szenzor jelére reagál [3]. Ha a fogazott alkatrész elhalad előtte, egy 60 másodperces számláló indul, amelyet egy kijelző mutat.

5 másodpercnél egy LED zöldről sárgára vált, az idő lejártával pirosra, és hangjelzés is figyelmezteti az operátort. Ekkor a relémodul 24 V-t kapcsol az elektropneumatikus szelephez, amely nyomás alá helyezi a munkahengert, így oldva a mechanikus reteszelést. 2 másodperc elteltével új jel érkezik, ekkor kell a terméket kivenni a szerszámból. Ha ez nem történik meg, a spirálrugó kissé megemeli a préskart, de a vezetőcsap megakadályozza a teljes nyitást. A mikrokontroller figyeli a fogazott alkatrész visszamozgását, így a számláló csak a következő lefelé mozgáskor indulhat újra.

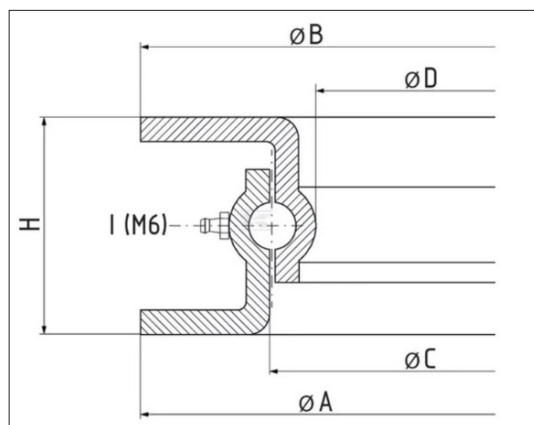
3. A prés gyártósorra történő telepítése

A prés sorba telepítéséhez egy forgólapp tervezése szükséges, amelyre a két prés és két kapocsfelhelyező prés kerül. A tervezés során figyelembe kellett venni a terheléseket, az anyagminőséget és a rögzítési pontokat. Az Inventor programmal készített modell alapján meghatároztuk a prések tömegét és a csapágyazás helyét, ami alapvető a végeelem-szimulációhoz (6. ábra).

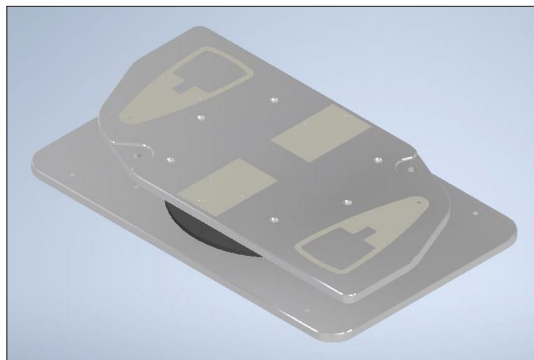
A lap kialakításánál fontos volt az operátor hozzáférhetősége, a biztonságos, egyszerű geometria és az esztétikus megjelenés (7. ábra). A lap rögzítéséhez rugós csapszeget használtunk, amely egy furatba akadva megakadályozza az elfordulást. Az operátor kioldja, 180°-ot fordít, majd a csapszeg újból rögzíti a lapot.



5. ábra. A reteszelő, a fogas ív és a munkahenger összeszerelt állapotban [2]



6. ábra. A csapágyazás fontosabb méretei [4]



7. ábra. A forgatható lap a prések nyomási felületeivel [2]

4. A terhelésvizsgálatok eredményei

A végeelem-módszerrel végzett terhelési vizsgálatnál kulcsfontosságú az anyagminőség, mivel ez határozza meg a terhelhetőséget és a merevséget. A vállalatnál főként alumíniumot használunk, mert könnyű, nagy szilárdságú, természetes oxidrétege pedig korrózióvédelmet biztosít. Emellett könnyen forgácsolható, így csökkenti a megmunkálási költségeket. A vizsgálat négy fő eredményt mutatott. Az első a redukált feszültség (8. ábra), amely a legnagyobb igénybevételi helyen ébredő fajlagos terhelést mutatja. Maximális értéke 7,72 MPa, ami nem közelíti meg a kritikus határt [5].

A második az egyenértékű alakváltozás, amely az anyag teljes deformációs energiáját mutatja, értéke $4,261 \cdot 10^{-5}$ dimenzió nélküli érték, amely elhanyagolható (9. ábra) [5].

A harmadik a lehajlás vizsgálata, különösen a lap két szélénél, ahol a maximális érték 0,04098 mm, amely nem számottevő (10. ábra) [5].

Végül kismértékű, 0,01 fokos szögelfordulást észleltem a két időzítő's prés helyén, amely szintén elhanyagolható. Ezek az eredmények igazolják, hogy a szerkezet megfelel a tervezési elvárásoknak, stabil és teljesítőképessége megfelelő. A következő lépés az árajánlatkérés a csapágyazásra, valamint a forgó lap és az alaplap gyártási technológiájának kidolgozása.

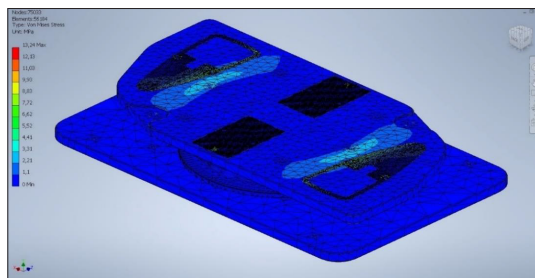
5. Fogazott alkatrész számítógépes gyártástervezése

Az alkatrész nagyoló és simító megmunkálása, valamint a kontúrmarás Inventor CAM szoftverrel, a fogak kialakítása Edgcam programmal történt. A forgácsolási paraméterek a Sandvik Coroplus® Tool Guide segítségével kerültek meghatározásra. Az előgyártmányt gépsatuba fogva először az A oldal nagyolása és simítása történik egy 50 mm átmérőjű CoroMill® 390 homlokmaróval, majd 180°-os fordítás után a B oldal ugyanígy megmunkálásra kerül (11. ábra) [6].

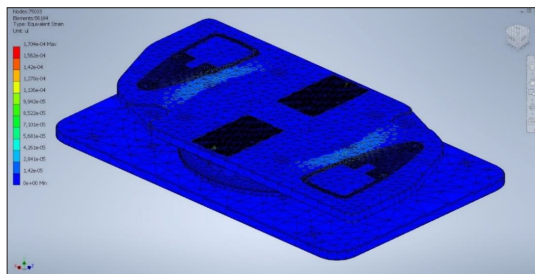
Ezután a váll kialakítása következik egy 10 mm-es CoroMill® Dura-típusú szármaróval, majd a megmunkálás a horony kimunkálásával, a furatok fúrásával és a menetkészítéssel folytatódik (12. ábra) [7].

A külső kontúr megmunkálásához a munkadarabot egy tokmányba fogott készülékben rögzítve munkáljuk meg, az előző fázis STL-modelljét illesztve a folytatáshoz (13. ábra).

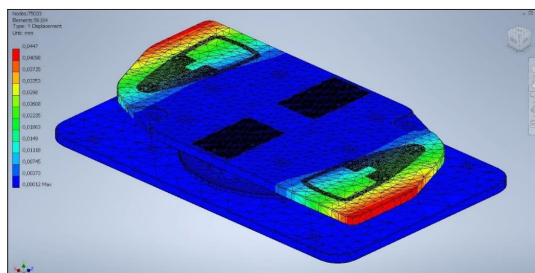
Végül a munkadarabot osztókészülékbe rögzítjük a fogak kimunkálásához (14. ábra), amelyhez egy 10 mm-es átmérőjű, 45°-os élettörő keményfém-marót használunk (15. ábra).



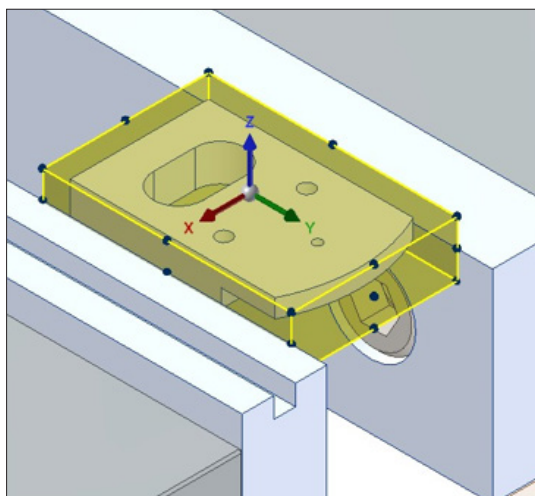
8. ábra. A redukált feszültség szemléltetése [2]



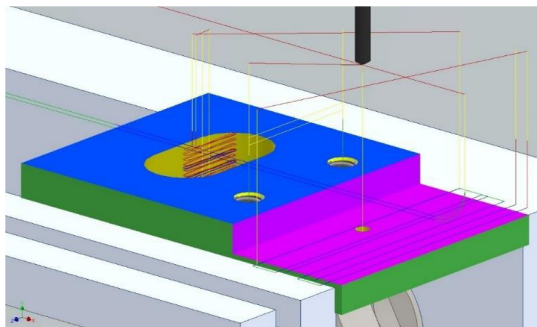
9. ábra. Egyenértékű rugalmas alakváltozás értéke [2]



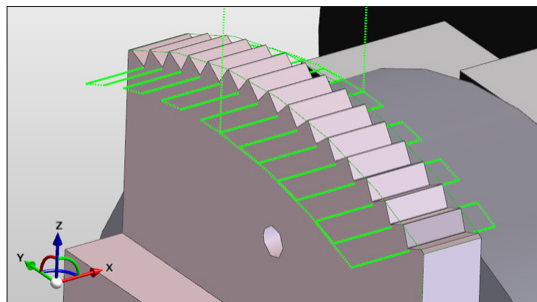
10. ábra. Lehajlás vizsgálata [2]



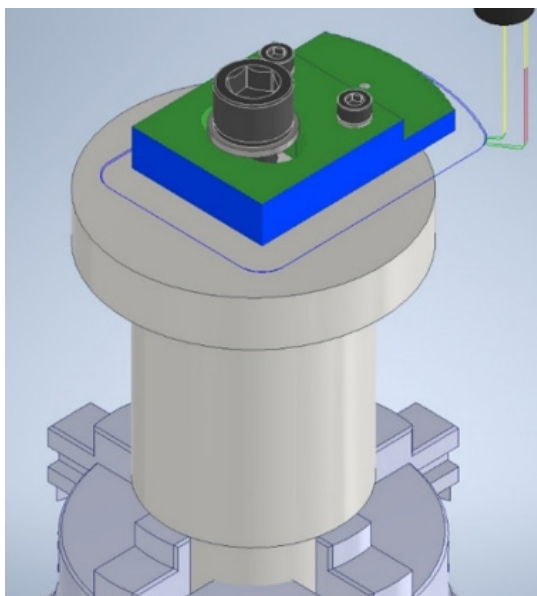
11. ábra. Előgyártmány illesztése a munkadarabra [1]



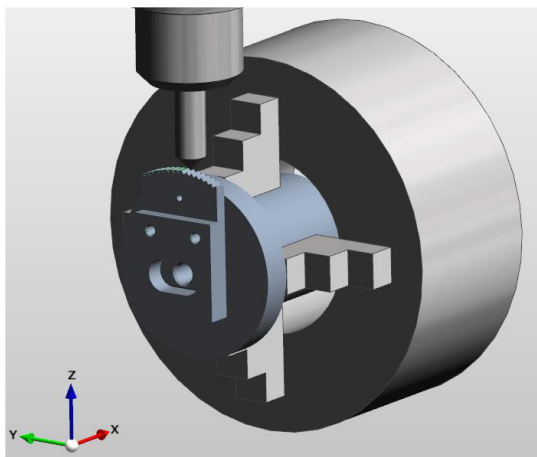
12. ábra. Alaksajátosságok kialakítása [2]



15. ábra. Fogak megmunkálásának szerszámpályája [8]



13. ábra. A tokmányba fogott készülék a munkadarabbal [2]



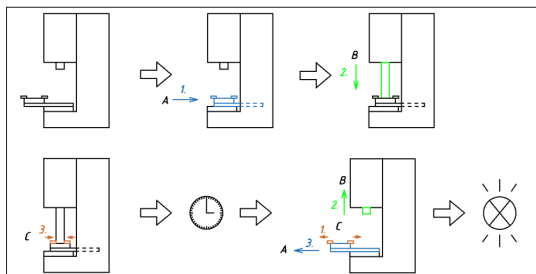
14. ábra. Fogak kimunkálása [8]

6. A prés fejlesztési javaslata

A termelési adatok elemzéséből kiderült, hogy a prés hatékony, de van lehetőség további optimalizálásra. Az operátorok leterheltsége eltérő, ami növeli az ütemidőt. Automatizálással a nem produktív idő csökkenthető: a fejlesztés alapján a pneumatikus munkahengerek kétgombos indítással végeznék a préselést, miközben az operátor más feladatokra fókuszálhatna. Az átalakított prés egy ciklusa során három munkahenger végzi a szerszámok mozgatását, egy időzítő szabályozza a folyamatot, és a ciklus végén egy lámpa jelzi a befejezést (16. ábra). Az automatizáláshoz 3 pneumatikus munkahenger, 3 darab 5/2-es bistaibil szelep és egy PLC szükséges.

Az átalakítás során a prés reteszelőszervezete és karjai eltávolításra kerülnek. A rendszer sorrendi vezérlést használ, ahol a továbblépés feltételekhez kötött. A vezérlési folyamat egy sorrendi folyamatábra segítségével épül fel, amely az operátorokat és a lépéseket tartalmazza. Ez lényegében egy grafikus ábrázolási forma, amelynek segítségével az automatizálási rendszerek vezérlését logikus, érthető módon lehet dokumentálni és programozni (17. ábra) [9].

A 18. ábra pedig betekintést ad a folyamatot leíró PLC programba, amelyhez létradiagram készült. A bemenetek „X”, a kimenetek „Y” jelölést kaptak [9].



16. ábra. A prés egy teljes munkaciklusa [3]

