

# BEVONATOS KÖTŐELEMÉK VIZSGÁLATÁRA ALKALMAS KÍSÉRLETI BERENDEZÉS TAPASZTALATAI

## EXPERIENCES OF A TEST EQUIPMENT USED FOR EXAMINATION OF COATED FASTENERS

Dr. Hány András – Zalaegerszegi Technológiai Centrum vezető; Illés Tamás – Zalaegerszegi Technológiai Centrum műszaki vezető, Sághegyi Ramóna – Mechatronikai mérnökhallgató

### ABSTRACT

The most widespread cause of failure of the bolted joint is the vibration-induced loosening. This paper reports the experiences of the vibration test equipment (in line with the DIN 65151 standard), and the measurements result including the comparison of the different locking and fixing units, with special focus on the adhesive coating's locking effect.

### 1. BEVEZETÉS

A menetes rögzítési megoldások története több ezer évre nyúlik vissza. Történeti írások igazolják, hogy már i.e.1000-ben is használtak menetes elemeket vízellátáshoz a Tigris-Eufrátesz vidékén [1].

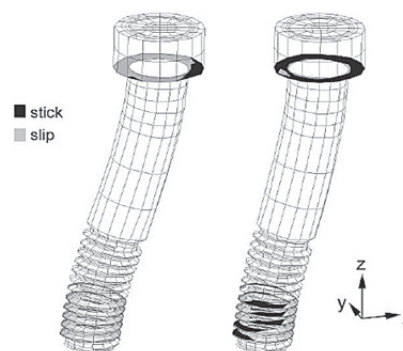
Az igazi fejlődést azonban a mai 60°-os menetprofil megjelenése jelentette, ami megkönnyítette a menetes elemek szerelését. [1] Ez a kialakítás nem volt önzáró, így elengedhetetlen volt olyan rögzítő, biztosító megoldások alkalmazása, mely megakadályozta az anya lelazulását; utat nyitva ezzel a menetbiztosítási technológiák fejlődésének.

### 2. MENETES KÖTÉSEK VISELKEDÉSE

A csavarkötések meghibásodását általában a csavarfeszültség lecsökkenése, a lazulás okozza. Ennek alapvető oka rendszerint a terhelés dinamikus változása. Ilyen dinamikus hatás lehet például a vibráció, vagy a hőmérsékletváltozás hatására létrejövő dilatáció. A terhelésváltozások hatására előálló lazulás nyomán a súrlódási erő csökken, melynek következtében az anya, vagy a csavar elfordul. [3]

A tartós dinamikai igénybevétel hatására egy idő után csökken az előfeszítő erő, és/vagy

létrejön a teljes leoldódás, esetleg a tartós igénybevétel hatására bekövetkezik a kifáradásos törés. [3]



1. ábra Dinamikus igénybevétel hatására bekövetkező súrlódás és csúszás [2]

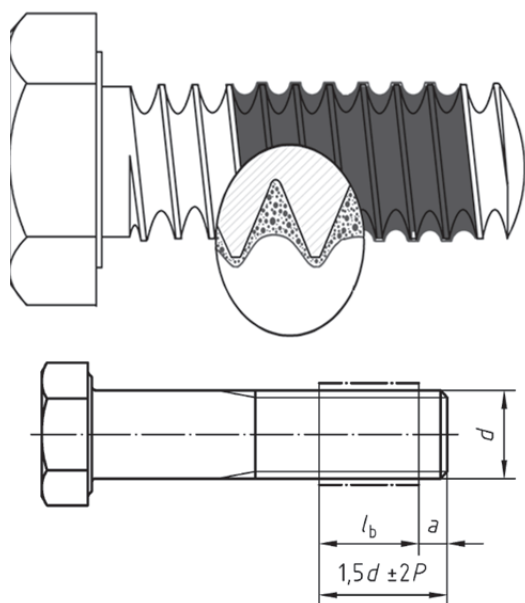
A leoldódás elkerülésére különböző csavarbiztosítási megoldásokat alkalmaznak:

- Mechanikai eszközök (koronás anyák, huzalrögzítések).
- Súrlódásos csavarbiztosítás (műanyag betétes anya, rugós alátétek).
- Alakzáró eszközök (NordLock alátét, körmös alátétek)
- Bevonatok, csavar-rögzítő folyadékok (pl. Precote, Loctite)

### 3. BEVONATOS KÖTŐELEMÉK

A legtöbb kötésbiztosítási technika a kötésben addicionális szerelési egységet képvisel, amely növeli a szerelési időt, és plusz költséget is képez az előállított termék tekintetében. Ezzel szemben a bevonatos kötőelemek előnyei közé tartozik, hogy szerelésükhöz nem szükséges speciális szerszám, és nem igényli plusz alkatrészek beszerelését sem.

A bevonatos kötőelemek elterjedése hazánkban még elenyésző, hiszen az egyéb, napjainkban népszerű biztosító megoldásokkal szemben a kapcsolódó hazai kutatások és mérési eredmények hiánya miatt ez a technológia kevésbé ismert.



2. ábra Mikro kapszulás bevonattal ellátott csavar [4]

A bevonatos kötőelemek lényege, hogy a bevonatban levő mikrokapszulák a szerelés során létrejövő felületi nyomás hatására összetörnek, és a mátrix anyaggal vegyülve biztosítják a megfelelő rögzítő és tömítő hatást menetes kötések esetén.

A bevonatos kötőelemekkel megvalósított kötések egyúttal jól tükrözik a rendszerszemléletű gépelem-alkalmazás előnyeit és alkalmazási lehetőségeit.

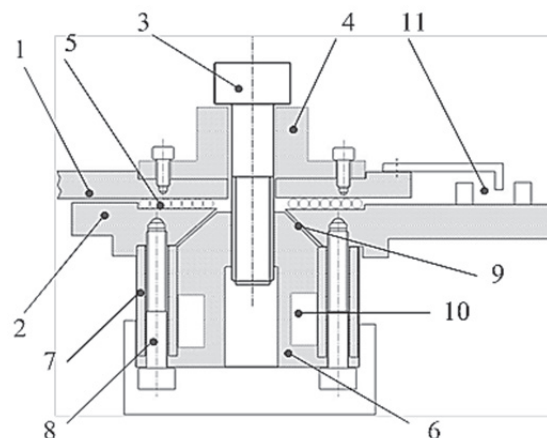
A cikk további részei a Technológiai Centrum és a METRIKONT Kft. együttműködésében a bevonatos kötőelemek vizsgálatára kifejlesztett megoldást, és a legfontosabb mérési eredményeket tartalmazzák.

#### 4. TESZTBERENDEZÉS

A kifejlesztett készülék alkalmas a csavarkötések főbb terheléseinek szimulálására. Magában foglal egy termikus tesztkamrát, -30-150°C közti hőmérséklet tartománnyal (DIN 267-27; DIN 267-28 szabvány szerint), egy Junker-féle mechanikus tesztkamrát (DIN

56151 szabvány szerint) és a bevonatok speciális tömítő tulajdonságának vizsgálatára egy nyomásos tesztkamrát is (10 bar levegő, és 60 bar víznyomás mellett).

#### 5. JUNKER TESZT



3. ábra Junker teszt elvi felépítése a fontos elemekkel, 1-mozgatott lap, 2-fix lap, 3-teszt csavar, 5-tűgörgők, 6-menetes egység, 10-erőmérő cella, 11-lineáris útadó

A vonatkozó szabvány a készülékel kapcsolatban a következőket írja elő [5]:

- A relatív elmozdulásnak az alsó és felső rész között  $\pm 1$ mm tartományban állíthatónak kell lennie.
- A minimális vizsgáló frekvencia 12,5Hz.
- Az előfeszítési erő mérési hibahatára max. 0,6% lehet.
- A keresztirányú erő mérési pontossága  $\pm 3\%$  kell legyen.

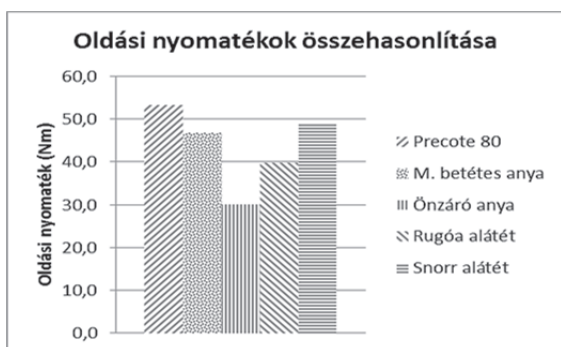
A szabványelőírásokat szem előtt tartva olyan készülék került kifejlesztésre, mely alkalmas a különböző kötésbiztosítási technológiák mellett a bevonatos kötőelemek vizsgálatára is.

#### 6. TESZTEREDMÉNYEK

Az berendezés segítségével olyan vizsgálatok elvégzésére nyílt lehetőség, melyek során a bevonatos kötőelemek tulajdonságai vizsgálhatók. A mérések eredményeként – a hagyományos kötésbiztosítási technikákkal összehasonlítva – következtetések vonhatók le a bevonatos kötések alkalmazási lehetőségeivel kapcsolatban. A mérések legfontosabb eredményei a következő diagramokon láthatóak.

### 6.1 Oldási nyomatékmérés

A vizsgálat során az azonos meghúzási nyomatékkal (47Nm) szerelt csavarkötések oldásához szükséges nyomatékát mértük.



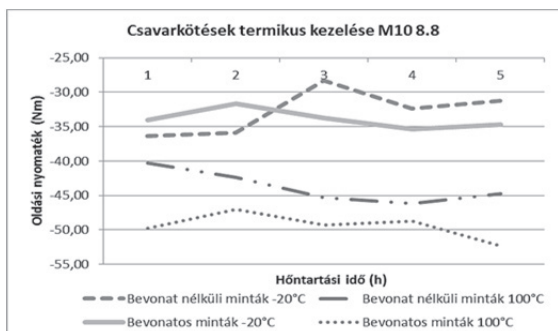
4. ábra Csavarbiztosítási technikák oldási nyomatéka

A mérési eredmények jól mutatják a bevonatos kötőelemek előnyét, mely a mikrokapszulás bevonat kötési mechanizmusából adódik. A kikeményedés során a bevonat kitölti a menetek közti teret, ezzel növelve az előfeszítő erőt.

### 6.2 Csavarkötések termikus terhelése

A csavarozott kötések termikus igénybevételét az idő függvényében vizsgáltuk bevonatos és bevonat nélküli horganyzott mintákon egyaránt.

A kötések összeállítása a DIN 267-27-es szabványban előírtak szerint történt, majd a termikus kezelések után a kötések oldásához szükséges nyomatékot mértük.



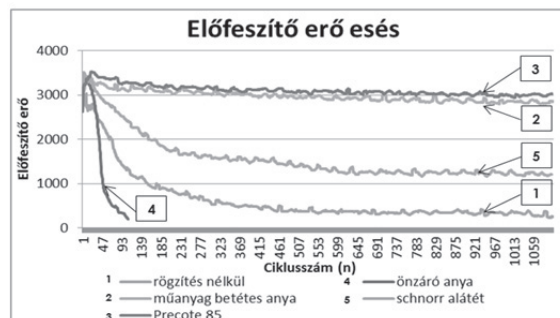
5. ábra Csavarkötések termikus terhelésének hatása

Az eredményeken látható, hogy a bevonatos és bevonat nélküli minták viselkedése eltérő a termikus terhelés hatására. A bevonatos kötőelemeknél a hőtágulás hatása kevésbé érződik a bevonat térkitöltő funkciója miatt, így alacsony hőmérsékletnél az oldási nyomaték

magasabb, mint a bevonat nélküli minták esetén. Magasabb hőmérsékletnél azonban a bevonat nélküli minták oldási nyomatéka magasabb volt.

### 6.3 Előfeszítő erő csökkenés

A vizsgálat célja a kötésbiztosítási technikák összehasonlítása volt, elemezve a dinamikus igénybevétellel szembeni ellenállóságot.

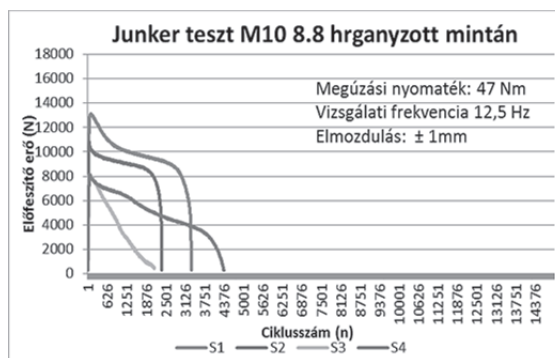


6. ábra Előfeszítő erő csökkenés mechanikai igénybevétel hatására

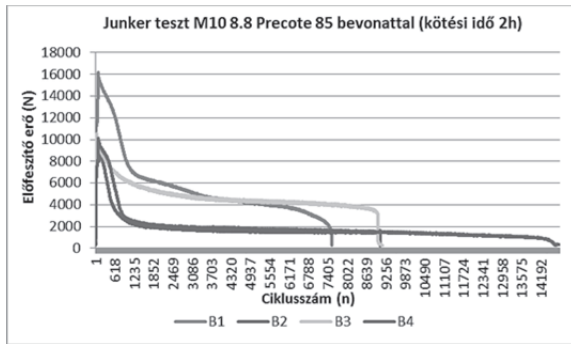
A különböző rögzítési technikákat alkalmazva, azonos előfeszítő erő értékről indulva mértük az előfeszítő erőt a terhelési ciklusok függvényében; vizsgálva, hogy a kiindulási állapothoz képest az előfeszítő erő visszaesése mennyire jelentős. A Precote 85 bevonattal ellátott mintánál volt tapasztalható a legkisebb szorító erő csökkenés.

### 6.4 Junker teszt

A mérések során a bevonatos és bevonat nélküli kötőelemeket vizsgáltunk; teljes leoldódásig. A szerelés után a kötések a szabványos vizsgálati frekvenciával és elmozdulás értékkel terhelve mértük az előfeszítő erő csökkenését Precote 85-tel szerelt és bevonat nélküli horganyzott mintákon.



7. ábra Bevonat nélkül szerelt kötőelemek leoldódási folyamata Junker teszt során



8. ábra Bevonatos kötőelemek leoldódási folyamata Junker teszt során

A bevonatos kötőelemek dinamikai igénybevétellel szembeni ellenállósága jelentősen jobb, mint a bevonat nélküli minták esetén. A bevonat térkitöltő szerepe, kötési ereje, és rezgéscsillapító hatása jól láthatóan lassítja az lelazulási folyamatot. A csavarok az igénybevétel hatására lelazulás helyett jellemzően kifáradásos törést szenvednek. A bevonat nélküli mintáknál ritkán volt tapasztalható fáradásos tönkremenetel, 2000-4000 terhelési ciklus alatt az előfeszítő erő a kezdeti értékről 1 kN alá esett.

## 7. ÖSSZEGZÉS

A bevonatos kötőelemek vizsgálatánál tapasztaltak alapján a bevonatos kötőelemek alkalmazása a következő előnyökkel jár:

- alkalmazásával csökkenthető a szerelési idő,
- a menetes kötéseknel alkalmazott biztosító alkatrészek elhagyásával csökkenthető a szerelési egységek száma, ezáltal a szerelés során keletkezett hibák száma is,
- anapjainkban alkalmazott új típusú rögzítő alátétekhez és biztosító megoldásokhoz képest ára jóval kedvezőbb,
- dinamikai igénybevételekkel terhelt kötéseknel csökken a rezgések okozta meghibásodások száma,
- a bevonat kötőelem rögzítő funkciója mellett tömítő szerepet is betölt, így alkalmazható nyomás alatt lévő elemek rögzítésére is, egyéb tömítő funkciójú elem alkalmazása nélkül.

A géptervezés során a megfelelő kötésbiztosítási megoldás kiválasztása

elengedhetetlen a megfelelő minőség elérése érdekében. A dinamikai igénybevételekkel szembeni ellenállóság fontos tervezési szempont, hiszen a vibráció minden szerkezetben jelen van, mely ellen védekezni kell, a megfelelő működés és az életvédelmi szempontok miatt is.

A bevonatos kötőelemek széleskörű alkalmazási lehetőségeket nyújtanak, az egyes bevonat típusok biztosítják a tervezési igényeknek legmegfelelőbb kötőelemek kiválasztását.

Típustól függően (Precote 30; 80; 85; 87) eltérő kötési idővel, tömítő és/vagy rögzítő funkcióval, és működési hőmérséklet-tartománnyal rendelkező bevonatok állnak rendelkezésre.

## 8. IRODALOM

- [1] S. Saha, S. Srimani, S. Hajra, A. Bhattacharya, and SantanuDas: OntheAnti-LooseningProperty of DifferentFasteners, 13th National ConferenceonMechanisms and Machines, India, 2007
- [2] N.G. Pai, D.P. Hess: Three-dimensionalfiniteelementanalysis of threadedfastenerlooseningduetodynamicshearload. EngineeringFailureAnalysis 9 (2002) 383–402
- [3] Mező Lajos: A fémiparban alkalmazott gépészeti elemek kötési módjai. Csavarkötések., Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest 2008
- [4] Fasteners – Part 28: Steel screws, bolts and studs with locking coating – Technical delivery conditions English translation of DIN 267-28:2009-09, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin. Beuth Verlag GmbH, 2009, Berlin, Germany
- [5] Aerospace series .Dynamic testing of the locking characteristics offasteners under transversel loading conditions (vibration test), Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 2009, Berlin, Germany