

A MENETES KAPCSOLATOK TŰRÉSEINEK HATÁSA AZ ELŐFESZÍTETT CSAVARKÖTÉSEKRE

DIE TOLERANZEN VON GEWINDEVERBINDUNGEN AUSWIRKUNGEN AUF DIE VORGESPANNTEN SCHRAUBEVERBINDUNGEN

Bider Zsolt egyetemi tanársegéd

ÖSSZEFOGLALÁS (INHALT).

Aus den Messergebnissen ist ersichtlich (Definierbar), dass die Verbindung kleine Schraube - grosse Bohrung, und grosse Schraube - kleine Bohrung zu eine nicht entsprechende Vorspannkraft führen können. Also die Kombination der Bauteile, die sich zwar in der Toleranz befinden, jedoch einer auf unterste Toleranz, das andere auf oberste Toleranz gefertigt wurden, zu eine Strenge oder lockere Verbindung führen können. In diesem Falle kann, das Anwenden der richtigen Drehmoment zur Überspannung oder nicht ausreichende Vorspannkraft der Verbindung führen. Das Vorhanden von Reinigungsmittel oder Schmiermittel können die Überspannung weiter verstärken. Die Herausforderung ist, zwischen die aktiven und passiven Abschnitte der Vorspann – Moment – Kraft Grafiken – ein Allgemeiner Zusammenhang zu definieren, so dass wir dies bei der Montage der Vorgespannten Schraubverbindungen verwenden können.

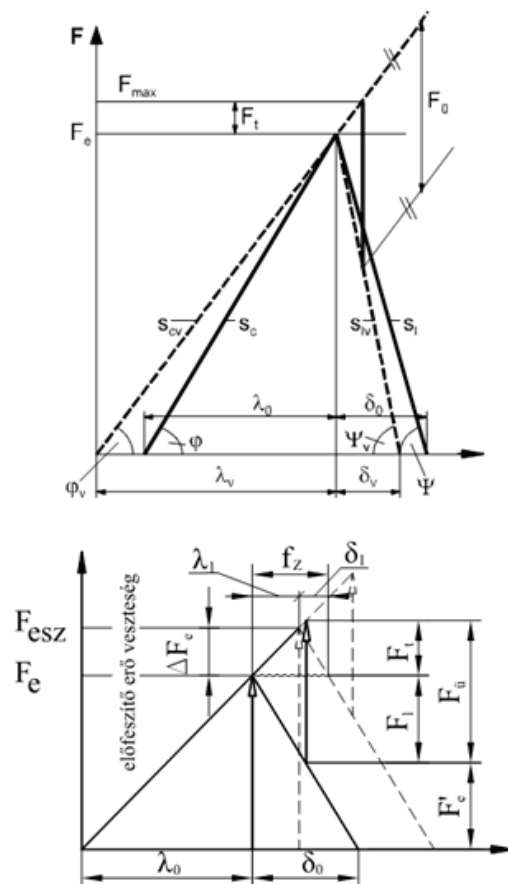
1. BEVEZETÉS:

A gépészeti szerkezetek leggyakoribb kötőmódja a csavarkötés. A változó terhelésnek kitétt csavarkötések előfeszített kötések. Ha a csavarkötést előfeszítjük, akkor a külső terhelés okozta igénybevétel, növeli az előfeszítés. A meghúzási nyomaték, valamint a menetek és felfekvő felületeken fellépő súrlódás általában nem ismert, így nem ismert az orsóban fellépő előfeszítés sem, tehát méretezésükkor mindig az erőhatásábrából kell kiindulni. A méretezéshez a konstrukció elemzése és megfelelően megalkotott modellek segítségével - a lehető legpontosabban - meg kell határozni a rugómerevséget, illetve az előfeszítő erőt. Az így meghatározott meghúzási nyomatékkal létrehozott előfeszített csavarkötéseknél, a

gyakorlatban az elfogadható szintnél mégis jelentősebb mértékben fordul elő, hogy a kötés laza marad, vagy a menetek nem viselik el a fellépő felületi terhelést, és a kötés „megszakad”.

Az alábbi cikk az menetes kapcsolatok tűréseinek és a csavarkötés szilárdságának kapcsolatát elemzi.

2. AZ ELŐFESZÍTETT CSAVARKÖTÉSEK MÉRETEZÉSI ALAPELVEI, CSAVAROK MEGHÚZÁSI MÓDSZEREI:



1. ábra. Erőhatásábra

A közvetlen szemlélet és az erőhatás ábra mutatja, hogy a szerelési előfeszítő erőnek (F_{esz}) olyan nagyoknak kell lenniük, hogy az üzemi erő ($F_{ü}$) működésekor a közrefogott elemeket szorító erő (F') ne váljon nullává, vagy ne csökkenjen egy előírt tömítő vagy szorító erő érték alá, mert ekkor már a kötés lelazul. A meghatározott szerelési előfeszítő erő figyelembevételével az előfeszített csavarkötések meghúzása nyúláshatárra-, nyomatékra húzás vagy meghúzás szögelfordítás alapján lehetséges. Mind a nyomatékra húzás vagy a meghúzás szögelfordítás alkalmazása esetén is a meghúzási nyomaték meghatározása okozza a nehézséget. A nyúláshatárra húzás tulajdonképpen maradó nyúlásra-húzást jelent. Nagyobb pontosság érhető el alkalmazásakor, azonban a hiba százalék még ekkor is magas. Bármelyik meghúzási módszer is alkalmazzuk, a fő problémát a meghúzási nyomaték meghatározása okozza, ugyanis a vizsgálatok szerint a meghúzási nyomaték megoszlása a különböző helyekre:

- menetsúrlódásra: 40...67%
- felfekvő felületek súrlódására: 16...50%
- előfeszítésre: 10...17%

Méretezéskor az összes tényezőt (súrlódás, merevség, geometria) állandónak tekintjük, pedig ha figyelembe vesszük azt, hogy a csavarkötések létrehozásakor a legfontosabb tényező a súrlódás, amely valójában változó. A súrlódás értékét az alábbiak befolyásolják:

- az alapanyag,
- a felületi érdesség,
- a bevonat,
- a kenés,
- a geometriai komponens, azaz a tőrészek.

Ha végig gondoljuk még azt is, hogy a csavarkötések létrehozásakor az anyagpárosítás, a felületi érdesség, a bevonat és a kenés viszonylag valóban állandó, akkor a súrlódást a létrejövő illeszkedés befolyásolhatja a legjelentősebben.

3. VIZSGÁLATI PROGRAM:

A fentiek figyelembevételével a motor szerelések során alkalmazott alábbi csavarkötések esetén megvizsgáltam az ébredő előfeszítő erőket a tőrészek figyelembevételével:

- Hajtórúd csavarozás: M9-4h/5H
- Lendkerék rögzítés: M9x1-4h/5H
- VCP rögzítése: M10x1,25-6g/6H

3.1 A csavarkötések mechanikai jellemzőinek elemzése:

A vizsgálati programba bevont csavarokat szilárdsági vizsgálatnak vettem alá. A vizsgálatok eredményeit az 1. táblázat mutatja. A szilárdsági vizsgálat eredményei alapján a számításaimban az elméleti szilárdsági adatok helyett a mért adatok átlagértékeiből kerültek meghatározásra a meghúzási nyomatékok:

Hajtókar csavarozás (M 9x1,25): 47,22 Nm
Lendkerék rögzítés (M 9x1): 68,77 Nm
VCP rögzítése (M 10x1,25): 88,84 Nm

1. táblázat. Szakítóvizsgálat eredményei

	csavar szárban ébredő erő (N)		
	folyásnál		
	elméleti	mérés eredménye	
M 9x1,25	45 670	52 384	58 688
M 9x1	51 953	57 546	63 876
M 10x1,25	57 863	68 666	74 445
	szakadásnál		
	elméleti	mérés eredménye	
	M 9x1,25	54 390	57 616 -tól
M 9x1	59 250	62 852 -tól	
M 10x1,25	69 023	74 386 -tól	

3.2 A vizsgált csavar és anya párok geometriai méreteinek meghatározása, osztályozása:

A csavarok és az anyamenetek esetében a vonatkozó tőrésmezőket 6 egyenlő részre osztottam, majd ennek megfelelően a csavarokat és az „anyák”-at is osztályokba soroltam:

mini csavar (1), kis csavar (2), kis közepes csavar (3), közepes csavar (4), nagy közepes csavar (5), nagy csavar (6).

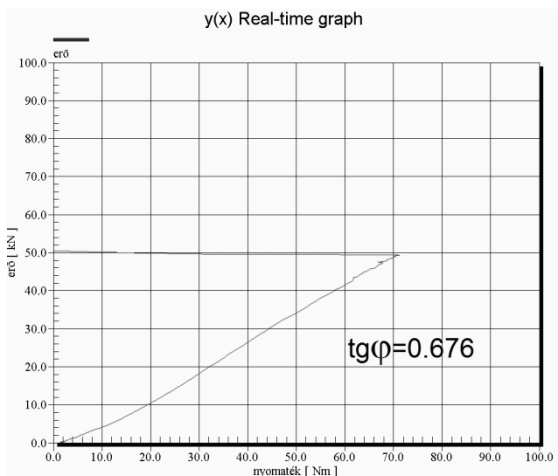
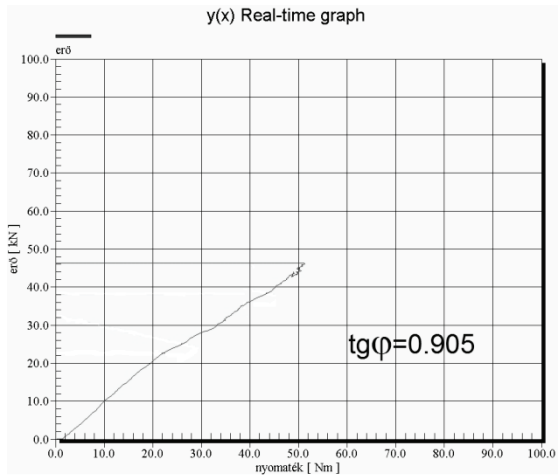
Csavarok válogatása háromcsapos mérési módszerrel a Mahr-2011 típusú hidraulikus mérőműszerekkel végeztem el. Az anyamenetek válogatása pedig osztályozó idomszerekkel történt, tehát a menetes furat osztályok a következők: mini furat (S1), kis furat (S2), kis közepes furat (S3), közepes furat (S4), nagy közepes furat (S5), nagy furat (S6).

Az osztályozás eredménye normál eloszlást mutatott mind a csavarok mind az anyamenetek tekintetében.

3.3 Csavarkötések vizsgálata, a meghúzási nyomaték és a csavarban ébredő erő tekintetében az érintkező felületek súrlódási viszonyainak függvényében.

A vizsgált csavarkötéseket a fenti osztályok szerinti lehetséges párosításokat a korábbiakban meghatározott nyomatékokkal nyomatékmérőn keresztül meghúztam, úgy hogy közben egy erőmérőn keresztül mértem a

csavarszárában ébredő előfeszítő erőt. A vizsgálatokat elvégeztem száraz, olajos és oldószeres felületű menetek esetén is. A mérési eredmények közül a következő diagramokon a hajtókar csavarozás egy-egy eredmény látható:



1. Diagramm. Előfeszítőerő a meghúzási nyomaték függvényében

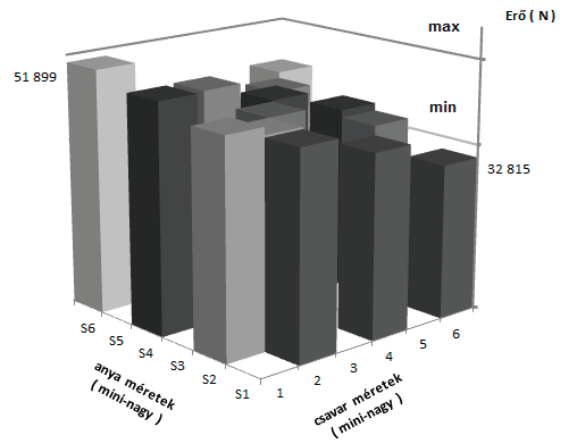
Az 1. diagram felső része a mini menetes furat (S1) és a kis csavar (2) találkozását mutatja száraz felület esetén, megjegyzem az ébredő előfeszítő erő megfelelő. Az 1. diagram alsó felében is mini menetes furat (S1) találkozását mutatja, a nagy csavarral (6) és ugyanúgy száraz felület esetén. Ebben az esetben a meghatározott meghúzási nyomatéknál még nem alakul ki a csavarban az előírt előfeszítési erő.

A két diagramból kiolvasható, hogy ha különféle csavarok és különböző menetes furatok vannak összeszerelve, akkor jelentős különbségek mutatkoznak a csavarszárában ébredő erők tekintetében.

Ez mutatja a $\text{tg}(\varphi)$ értéke is!

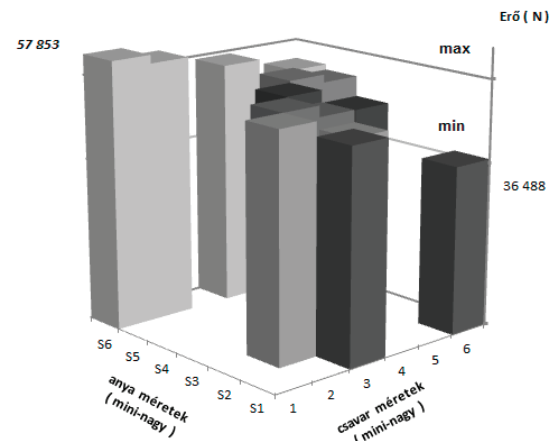
4. A CSAVARKÖTÉSEK ERŐVISZONYAI KÜLÖNBÖZŐ PÁROSÍTÁSOK MELLETT:

A fent említett mérések eredményei alapján csavar szárában ébredő erőt oszlop diagramokba foglaltam a törés osztályok figyelembevételével. A következőkben csak a hajtókar csavarozásra vonatkozó eredményeket mutatom be. A diagramban az S1...S6 a furatosztályokat, az 1...6 pedig a csavar osztályokat jelölik. Tehát az S1 a mini menetes furatot, az S2 pedig kicsi menetes furatot, míg az 1 a mini csavart, a 2 pedig a kicsi csavart jelenti és így tovább. Jelölve van továbbá a szükséges elő-feszítőerő minimum és maximum értéke is.



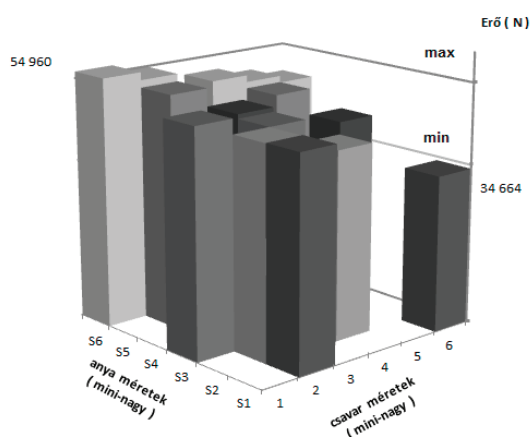
2. Diagramm. Előfeszítő erők, tiszta száraz felület

A 2. diagramból látható hogy, ha nagy csavar találkozik mini menetes furattal, akkor a legkisebb a játék a menetes felületek között, így a súrlódás is nagyobb, tehát az előfeszítés részaránya kisebb lesz, ezért az eredmény az előírtnál kisebb előfeszítés, tehát a csavarkötés laza maradt.



3. Diagramm. Előfeszítő erők, olajos felület

A 3. diagram azt mutatja, mint a korábbi, de a felület olajos. A nagy csavar és mini menetes furat találkozása ekkor már rendben van. Itt a mini csavar és a nagy menetes furat összeszerelésekor tapasztalunk problémát, ekkor a legnagyobb a játék a menetes felületek között, így itt a legkisebb a súrlódás. Tehát a nyújtás részaránya a legnagyobb, ezért az eredmény a túl nagy előfeszítő erő. A csavar szárában ébredő erő nagyobb, mint a maximális erő, a max vonal felett van. A túl nagy előfeszítő erő a csavarban maradandó alakváltozást okoz, amely nem megfelelő csavarkötést eredményez.



4. Diagramm. Előfeszítő erők, oldószeres felület

A 4. diagram sokkal érdekesebb, ugyanis a súrlódás itt is kisebb a mosószer miatt, de nem olyan mértékű a súrlódás csökkenés, mint az olajos felületnél. Ezért ennél az esetben, a nagy csavar és a mini menetes furat találkozásakor ugyan a mosószer miatt a nyújtás részaránya nagyobb lesz, de mégsem elegendő. A csavarban ébredő erő, a szükségessé jelölő vonal alatt marad, tehát a csavarkötés laza marad. Ugyanakkor a mini csavar és a nagy menetes furat találkozásakor fennálló probléma is jelentkezik, azaz az eredmény a túl nagy előfeszítő-erő.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

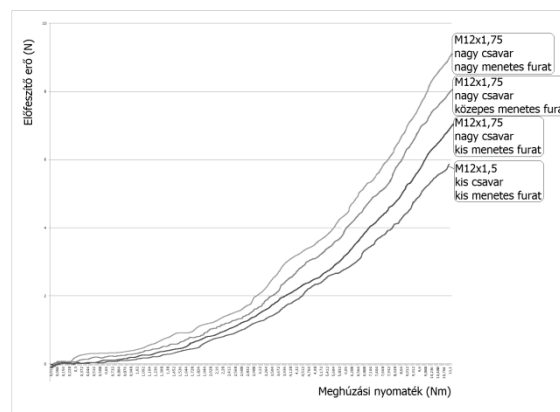
5.1. Tűrések hatása az előfeszített csavarkötésekre:

Az itt bemutatott mérési eredményekkel, valamint a feljebb jelzett további mérési eredményekkel is igazolható, hogy a mini csavar-nagy furat és a nagy csavar-mini furat találkozása a nem megfelelő előfeszítő erő kialakulásához vezethet.

Tehát kijelenthető hogy a tűrésmezőn belüli alkatrészek szélső értékeinek kombinációja okozhat „laza”, illetve „szoros” kötést. Ez esetekben az előírt nyomaték alkalmazása a kötés túlhúzásához, vagy a nem megfelelő előfeszítő erő létrejöttéhez vezethet. Ha figyelembe vesszük még az olaj és tisztítószer hatását is, megállapítható, hogy ezek jelenléte a kötés túlhúzásának veszélyét jelentik.

5.1 Célkitűzés:

Amennyiben a csavarozások nyomaték-erő diagramjainak a kezdeti szakaszát - az úgynevezett passzív részt - megvizsgáljuk, és viszonyítjuk az aktív szakaszhoz (lineáris), megállapíthatjuk, hogy a különböző passzív szakaszokhoz, különböző aktív szakaszok tartoznak, amit az 5. diagram is szemléltet.



5. Diagramm. Előfeszítőerő a meghúzási nyomaték függvényében

A cél az, hogy az előfeszítés nyomaték-erő grafikonok passzív és aktív szakaszai között egy általánosítható összefüggést határozzak meg, úgy hogy azt az előfeszített csavarkötéseknél, az alkatrészek szerelése során azt alkalmazni tudjuk.

IRODALOM

Devecz János:

Jármű- és hajtáselemek I. (1. Kiadás - 2011),
Kiadó: Typotex kiadó, Budapest.

Péter Szendrő:

Gépelemek (1. Kiadás - 2007),
Kiadó: Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Wilhem Matek / Dieter Muhs / Herbert Wittel /
Manfred Becker:

Roloff / Matek / Maschinenelemente
(13. Auflage -1995),
Kiadó: Vieweg & Shon, Braunschweig.