XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

CSAVARFEJ SZILÁRDSÁGTANI VIZSGÁLATA

Krajnyik Károly, Nagy Sándor Dr., Péter László Dr.

T-head screws are frequently used for fixing the workpiece during machining. Isotropic points can be generated in the screws. Positive isotropic points are dangerous because of arising of microcracks. We developed a method for determining positive isotropic places and the normal stress acting at them in planar and spatial bonding units. The full analysis can be completed if the isoclinic and isochromatic fields are known by experiments. Two different method of analysis were applied. One is the Frocht-method which is based on difference of shear stresses using the equation of equilibrium. The other of two is based on the Airy stress function. This new method gives directly the normal stress perpendicular to the direction of the integration. Numerical calculations were performed by finite element method. In this study the experimental and numerical results are presented.

Forgácsoló megmunkálásoknál gyakran használnak T csavarokat a munkadarab rögzítésére. A csavarokban izotróp pontok jöhetnek létre. A mikrorepedések keletkezése miatt a pozitív izotróp pontok a veszélyesek. Módszert dolgoztunk ki a síkbeli és térbeli kötőelemekben fellépő pozitív izotróp helyek, valamint az itteni pozitív normálfeszültségek meghatározására. A méréssel kapott izokróma- és izoklin mező ismeretében a teljes kiértékelés elvégezhető. A teljes kiértékeléshez két módszert alkalmaztunk. Az egyik az egyensúlyi egyenletet felhasználó, Frocht-féle módszer néven ismert, nyírófeszültségek különbségén alapuló eljárás. A másik módszer az Airy-féle feszültségfüggvényen alapszik. Ez az új eljárás azonnal az integrálás irányára merőleges normálfeszültséget szolgáltatja. A számítással kapott következtetéseket összehasonlítottuk 3D-s CAD alkalmazás VEM moduljával nyert eredményekkel.

Bevezetés

A mérnöki szerkezetek és az ezekben használt alkatrészek döntő többsége a geometria, az alapanyag, és a kialakítás miatt biztosan tartalmaz valamilyen feszültséggyűjtő helyet. Ezek a teljesség igénye nélkül az alábbiak lehetnek: éles sarok, beszúrás, furat, ékpálya és reteszhorony, valamint ide kell sorolni a repedéseket, amelyeket az alkatrész anyaga tartalmaz, vagy a terhelés hatására az üzemelés közben keletkezik. A tönkremenetelért, az esetek döntő többségében ezen feszültséggyűjtő helyek kritikus pontjában az ún. izotróp pontban kialakuló feszültségállapot miatt keletkező, vagy már jelenlévő repedés és annak terjedése a felelős [1].

A negatív izotróp pontban minden irányban nyomófeszültség, míg a pozitív izotróp pontban húzófeszültség lép fel. Ez utóbbi a veszélyes, mert repedés-forrás lehet. Különösen ügyelni kell a pozitív izotróp pontok keletkezése lehetőségének elkerülésére képlékeny alakítás technológia kidolgozásánál [2]. Maró- és gyalugépeken a munkadarabok leszorítására alkalmazott csavarokban is kialakulnak izotróp pontok. A T-alakú csavarok izotróp pontjait vizsgáltuk az optikai feszültségvizsgálat- és a végelem módszerrel.

Mérési eredmények

A T-alakú csavar epoxigyantából készült modelljének geometriai mérete és terhelése az 1. ábrán látható.

1. ábra Modell geometriai mérete és terhelése

A cirkuláris- és lineáris polarizációval nyert izokróma- és izoklin mező szintvonalait a 2. és a 3. ábra mutatja.

2. ábra Csavarfej izokróma képe keresztelt polárszűrő állásnál

3. ábra Csavarfej izoklin képe

A modell síkjában lévő, p-vel és q-val jelölt két főfeszültség különbsége az izotróp pontban zérus. Ez a pont fehér fény alkalmazásánál feketének látszik [5]. A csavar-fej környezetében a szimmetria tengelyen két izotróp pont figyelhető meg (3. ábrán a C és D jelű pontok). E pontokon szinte

valamennyi izoklin görbe átmegy. Keresztezett polárszűrők szinkron forgatása esetén az izoklin görbék a pozitív izotróp pont (C) körül a polarizátorok forgásával azonos irányban fordulnak el, míg negatív izotróp pont (D) esetén ellenkező irányú forgást tapasztalunk.

Teljes kiértékelés és VEM számítás

A teljes kiértékelést a két izotróp ponton átmenő, a szimmetria tengelyre merőleges x tengely mentén végeztük el a Frocht-féle módszer alkalmazásával, amely egy korábbi tanulmánynak volt a témája [3]. Az eredményeket a 4. és 5. ábrák szemléltetik. Ezek kielégítik a peremfeltételeket, valamint az alábbi egyensúlyi egyenleteket (1-3).

4.ábra. Feszültség koordináták a pozitív izotróp ponton átmenő x tengely mentén

5.ábra. Feszültség koordináták a negatív izotróp ponton átmenő x tengely mentén

$$\int_{(A)} \tau_{xy} dA = 0, \quad (1) \quad \int_{(A)} \sigma_y dA = \begin{cases} = 0; \text{pozitív} \\ = F; \text{negatív} \end{cases} \quad \begin{matrix} \nearrow \\ \nearrow \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{izotróp pont esetén,} \\ \end{matrix} \quad (2) \quad \int_{(A)} x \sigma_y dA = 0. \quad (3)$$

Számos módszert dolgoztak ki a feszültség, illetve az alakváltozási állapot kiszámításához. A végelem módszer (VEM) igen hatékony eljárás, melynek segítségével numerikus megoldásokat kaphatunk a rugalmas, illetve a képlékeny alakváltozással kapcsolatos problémákra [4], [6]. E módszer alkalmazásával is megállapítható, hogy a veszélyes pontok a fej és a szár átmeneténél jelentkeznek. Ezt jól szemlélteti a 6. és 7. ábra (feszültségkoncentráció).

6. ábra σ_x feszültségeloszlás a csavarfejben

7. ábra σ_y feszültségeloszlás a csavarfejben

Következtetések

Az optikai feszültségvizsgálattal feltárt pozitív és negatív izotróp pontok létét a végelelemes számítás megerősítette. Mindkét izotróp pontban szerencsére kicsiny normálfeszültségek keletkeznek. A feszültségmaximumok a lekerekítéseknél a felfekvési felületek közelében vannak. Túlterhelés esetén a pozitív izotróp pontokban mikrorepedések keletkezhetnek. Ennek ismeretében a csavarfej kialakítása, geometriai mérete, valamint anyagminősége fontos gyártástechnológiai kérdések. A VEM program használatával jelentős időráfordítás takarítható meg.

- [1]. FROCHT, M. M., Photoelasticity I., John Wiley & Sons, Inc., New York. 1949.
- [2]. KRAJNYIK, K., PÉTER, L., NAGY, S., Investigation of isotropic points of screw head. 6. International Multidisciplinary Conference, Baia Mare 2005. p.381-386.
- [3]. KRAJNYIK, K. Izotróp pontok vizsgálata csavarkötésekben. GÉP. 2005/4. szám p.26-30.
- [4]. MECHANICAL DESKTOP 6, Gépészeti számítások használata.
- [5]. THAMM, F., LUDVIG, GY., HUSZÁR, I., SZÁNTÓ, I., A szilárdságtan kísérleti módszerei, Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 1968.
- [6]. PÁCZELT, I., Végelem módszer a mérnöki gyakorlatban, Vol. 1., Miskolc University Press. 1999. p.450.

Krajnyik Károly / műszaki oktató

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar, Műszaki Alapozó és

Gépgyártástechnológia Tanszék, 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/b.

Tel: 36-42/599-462, Fax: 36-42/402-485, E-mail: gepgyartas@nyf.hu