MODUŁ OBLICZENIOWY GENERATORA POŁĄCZEŃ GWINTOWYCH W INVENTORZE

W artykule przedstawiono analizę doboru śrub wspornika z wykorzystaniem klasycznych, analitycznych metod obliczeniowych oraz z wykorzystaniem generatora Inventora. Omówiono działanie i funkcjonalność modułu obliczeniowego generatora. Wskazano na jego niedoskonałości, zastosowane uproszczenia oraz dostrzeżone błędy. Oceniono jego przydatność w procesie konstrukcji.

WSTĘP

Połączenia gwintowe należą do zdecydowanie najczęściej spotykanych połączeń rozłącznych. W zasadzie trudno byłoby dać przykład urządzenia technicznego lub podzespołu mechanicznego pozbawionego elementów gwintowanych. Połączenia śrubowe, czy też gwintowe służą nie tylko do mocowania lub łączenia części. Maja także za zadanie przenoszenie określonego obciążenia. Stosowane są również w konstrukcjach regulatorów oraz jako elementy napędowe w mechanizmach.

Z uwagi na gigantyczne wręcz zastosowanie tego typu połączeń konieczne okazało się wprowadzenie normalizacji. Trudno sobie wyobrazić chaos, jaki zapanowałby, gdyby każdy z producentów urządzeń wprowadzał elementy złączne o dowolnych wymiarach. Z tego powodu wszystkie wykorzystywane obecnie gwinty, śruby, nakrętki objęto normami [1,2,3,4etc.]. Do znormalizowanych śrub muszą pasować odpowiadające im znormalizowane podkładki [5]. Jako, że połączenia gwintowe muszą być zdolne do przenoszenia obciążenia określono również własności mechaniczne [6,7].

Projektowanie połączeń gwintowych należy do standardów pracy inżyniera. W dobie programów komputerowych wspomagających projektowanie, należałoby spodziewać się dużych ułatwień w trakcie konstrukcji tych połączeń. Czy tak jest w rzeczywistości, przedstawiono na przykładzie prostego wspornika przykręconego śrubami do ściany.

1. ZAŁOŻENIA

Do rozważań przyjęto wspornik przykręcony śrubami do ściany i obciążony siłą F zgodnie ze schematem poniżej:



Rys. 1. Schemat wspornika

gdzie:

- F= 2500 [N],
- $\alpha = 30 [^{0}],$
- d =100 [mm].,
- z₀ = 200 [mm],
- liczba śrub z = 4,
- współczynnik tarcia wspornika o ścianę µ =0,2,
- współczynnik tarcia w gwincie oraz łba śruby $\mu_1 = \mu_2 = 0,15$,
- podatność złącza ΔF/F = 0,2,
- współczynnik bezpieczeństwa x_e = 1,5.

2. NIEZBĘDNE OBLICZENIA [8,9]

2.1. Obciążenia wspornika

| | Tab. 1. Obciążen | ia wspornika |
|-----------------|------------------|--------------|
| Fz | 2165 | [N] |
| Fy | 1250 | [N] |
| Mg _x | 250000 | [Nmm] |

2.2. Obciążenia poszczególnych śrub w złączu

| Tab. 2. Obciążenia | poszczególnych śrub w z | złączu |
|--------------------|-------------------------|--------|
| E /- | E41 0E | [N]] |

| F _N | F₂/z | 541,25 | [N] |
|------------------|--|--------|-----|
| T _{Fy} | F _y /z | 312,5 | [N] |
| F _{Mgx} | M _{gx} *y _{max} /Σ(y _i) ² | 1765,5 | [N] |

gdzie:

F_N – obciążenie normalne śruby,

T_{Fy} - obciążenie styczne poszczególnych śruby,

F_{Mgx} –obciążenie od momentu gnącego.

2.3. Schemat obciążenia poszczególnych śrub wspornika



Rys. 2. Schemat obciążenia poszczególnych śrub wspornika

Eksploatacja i testy

2.4. Obliczenia końcowe

| | | Tab. 3. Obliczenia ko | pńcowe |
|--------------------------|---|-----------------------|--------|
| F _{N,Mgx (max)} | F _N + F _{Mgx} | 2306,75 | [N] |
| F' | Τ _{Fy} /μ | 1562,5 | [N] |
| F _{s(max)} | F' + F _{N,Mgx (max)} | 3869,25 | [N] |
| F ₀ | F _{s(max)} –ΔF/F* F _{N,Mgx (max)} | 3407,9 | [N] |

gdzie:

- F_{N,Mgx (max)} wypadkowa obciążeń normalnych (wartość maksymalna - dla górnych śrub),
- F obciążenie resztkowe (warunek przenoszenia obciążeń stycznych),
- F_{s(max)} obciążenie śruby (maksymalnie obciążonej),
- F₀ napięcie wstępne.

2.5. Dobór śrub

Przyjęto śruby klasy wytrzymałościowej 5.6.

| | | lab. 4. Dobor średnicy g | wintu srub |
|----------------|---|--------------------------|--------------------|
| R _m | A*100 | 500 | [MPa] |
| Re | 0,1B*R _m | 300 | [MPa] |
| kr | R _e /x _e | 200 | [MPa] |
| А | ≥1,25*F _{s(max)} /k _r | 24,1 | [mm ²] |

gdzie:

```
Ā = 5,
```

B = 6,

R_m – granica wytrzymałości materiału na rozciąganie,

Re – granica plastyczności,

kr – wytrzymałość na rozciąganie,

A – minimalna średnica rdzenia śruby.

Ostatecznie do dalszych rozważań przyjęto śruby M8.

3. GENERATOR POŁĄCZENIA ŚRUBOWEGO

Pracę rozpoczynamy od wstawienia w pliku złożenia wcześniej przygotowanego modelu wspornika i płyty/ściany, do której zostanie on przymocowany. Wspornik oraz płytę łączymy wykorzystując niezbędne wiązania. Oczywiście możliwe jest bezpośrednie wstawienie śrub oraz podkładek z bibliotek *Content Center* programu. W takim jednakże wypadku, pozbawieni zostajemy możliwości skorzystania z modułu obliczeniowego. Ten dostępny jest tylko z poziomu kreatora połączenia gwintowego.

Na wstążce w górnej części okna programu, przechodzimy do zakładki *Projekt* i uruchamiamy polecenie *Połączenie śrubowe*. Dostępne okno dialogowe kreatora widoczne jest na rysunku poniżej:

| Projekt | 𝚱 Obliczenia MM Obliczenia zmęczeniowe | |
|---------|--|---|
| Тур | Umieszczenie | ISO 4015 M8 x 30 |
| | Plaszcz. początkowa | ISO 7089 8 Kliknij, aby dodać część złączną |
| | Contecente oblowe W szyku Stepa plaszczyzna początkowa | Kintowany M8x1,256H |
| | ISO Profil metryczny - | |
| | Średnica 8 mm 💌 | |

Rys. 3. Okno kreatora

Procedurę wstawiania śrub należy powtórzyć czterokrotnie, bo taką liczbę śrub przewidziano do mocowania przedmiotowego wspornika. W konsekwencji otrzymuje się cztery niezależne połączenia śrubowe, co uniemożliwia całościową analizę wytrzymałościową mocowania wspornika.

Uwaga.

Gdyby korzystano z bibliotek *Content Center*, a nie z generatora, możliwe byłoby utworzenie *Table of content* zawierającej wszystkie niezbędne śruby i wstawienie ich do modelu w jednej operacji.

4. MODUŁ OBLICZENIOWY GENERATORA

Po zakończeniu wstawiania kolejnych śrub w otwartym oknie Kreatora połączenia gwintowego przechodzimy do zakładki Obliczenia.



Rys. 4. Okno modułu obliczeniowego.

Widoczny na rysunku 4 schemat połączenia jednoznacznie wskazuje na konieczność rozpatrywania oddzielnie każdej ze śrub mocowania. Nie jesteśmy w stanie analizować pod względem wytrzymałościowym wspornika obciążonego siłami zewnętrznymi przykręconego do ściany jako całości. W tym zakresie moduł obliczeniowy wykazuje daleko idącą niedoskonałość. Należy przypuszczać, że przeprowadzenie obliczeń za pomocą generatora dla śruby najbardziej obciążonej okaże się satysfakcjonujące. Jednakże do przeprowadzenia tej procedury niezbędne będzie wykorzystanie wykonanych uprzednio obliczeń analitycznych. Bez nich moduł obliczeniowy generatora okaże się bezużyteczny.

W oknie dialogowym (rys. 4) wprowadzono:

- wartość maksymalnej siły wzdłużnej F_a = F_{N,Mgx (max)} = 2306,75 [N] (tab. 3.).
- maksymalną wartość siły stycznej Ft = TFy = 312,5 [N] (tab. 2.).
- liczbę śrub 1.
- średnicę gwintu M8.

Po ustaleniu średnicy gwintu, pozostałe parametry geometryczne śruby pojawią się automatycznie.

Materiał płyt (materiał wspornika) możemy pozostawić bez zmian).

Po ustaleniu średnicy gwintu, pozostałe parametry geometryczne śruby pojawią się automatycznie.

Materiał płyt (materiał wspornika) możemy pozostawić bez zmian).

Przechodzimy do fragmentu okna dialogowego zaznaczonego na rysunku 5.

| Typ obliczeń wytrzymałościowy | di | | | Material plyt | | | | Wymiki | |
|-------------------------------|------------|-----------|---|-----------------------------|----------------|------------|---|----------------|-------------|
| Obikzenia sprawdzające | | | ٠ | Material utytkowska | | | | F., | 3384,831 N |
| Obciatoriae | | | | Modul sprężystości | E2 | 205300 MPa | | Pmax: | 3869,250 N |
| ** | 1 | | | Właściwości połączenia | | | | 2 | 103.067 MPa |
| 10000 | No. | | | Szerokość funicjonalna | 6 | 31,250 mm | | 4 | 105,858 MPa |
| | A.60 | - | | Śruba | | | | and | 211,846 MPc |
| Fa | TAXABLE IN | in - | Ŧ | Licabe śrub | z | 1.0 | | amax | 117,818 MPa |
| the second second | | | £ | Średnica gwintu | d | 8,000 mm | | P _E | 48,548 MPa |
| | 1922 | _ | | Podzieł | P | 1,250 mm | | 0X. | 1000000 |
| | 210 | | | Średnica podz. śruby | d _x | 7, 188 mm | | | |
| d Lat | - | | | Min. średnica śruby | dein | 6,466.mm | | | |
| H L | | | | Material Bruby | | | | 1 | |
| Maka, sila wadkuana | F., | 2306,75 N | | 102 Stal SAE 1022 | | | - | | |
| Make. sils styczna | P. | 312,5 N | | Granica plastyczności | S, | 359 MPa | | 1 | |
| Wsp. zacisku | k | 14 | 1 | Modul spręzystości | 51 | 207000 MPa | | 1 | |
| Wap. przyłożenia siły | | 1,0 ul | | Dop. nadsk w gwinde | Ρ. | 70 MPa | | 1 | |
| Wap. tancia si polęczeniu | + | 0,2 ul | | Wsp. tarcla w gwinde | F8 | 0,15 ti | | | |
| | | 1.54 | | then fractions on one other | | 0,15 4 | | | |

Rys. 5. Okno modułu obliczeniowego – wybór materiału śruby

W rozwijalnej liście materiałów (rys. 6.) szukamy materiału o parametrach zgodnych z obliczonymi analitycznie.

| Obliczenie sprawdzejęce | | | and Conservation of | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---|--|---|---|---|--|---|--|
| A. C. Martin | | | E hanna ma | osnita | | | | 3304,831N | Naci | skowa | CDW8 50W8 | | |
| No alternation of the second s | | | Modul spretystolic | | E2 205700 MP | 4 (B) 0 | ner - | 5.673 Nm | | Spretyna | | | |
| + | E. I | | Właściwość połącz | enia | | a | ð | 103.067 MPa | | | | | |
| 1740 | VINT | | Szerokość funkcjon | atta | 1 31,250 mm | 7 4 | 2 | 106,858 MPa | | | | | |
| | A State | | Scales | | | q | 2 | 211,846 MPa | | | | | 1 |
| 1.16.2.4 | deres and the | - | | | | | - | | and the second second | | | | |
| | | | | | | | | | - | | | | |
| 54 | Chrolitika ciercitra | | | 5.04Pa1 | 5. Defail | A5 [%] | 5.14 | n. Mai | r Defai | o beni i u | 6.0 | A Bolts 11 | |
| Minier | Mining to stal taket | | | Marien B. Stal Salest | Window Bullet | e Maies B.da | Woirs butsi r | White to the balant | Minist & Pal | Mining to day | Noire Bubai | Marrie and | |
| 100052 | ludies must seer | | | inper unit men | viper unit tea | A NUMBER AND A | - index and r | · Index and near | 10000 SAND | (vebes stratter in | oper user | index and in | 2010 |
| ANET | mooralmuana | | | 474 | | | | 172 | 207000 | 79000 | 0.1 | | 7860 |
| 100 | 2 Children of C | | | 784 | | | | 11 | 207000 | 1 10000 | 01 | | 7000 |
| ANCT | wairowana | | | 445 | 20 | a 1 | | 47 | 202000 | 79000 | | | 7960 |
| ANG | monalmunos | | | 441 | | 15 15 | | 11 59 | 20200 | 79000 | 0.1 | 1 | 7010 |
| ANSI | wx2820058 | | | 295 | 25 | 6 35 | 4 1 | 11 | 207000 | 29000 | 0.5 | 1 | 7050 |
| ANG | automana | | | 1 | | 100 | 6 C | - | 20700 | 79003 | | | 7524 |
| ANSI | znomalzowana | | | 483 | 35 | a 7 | 14 1 | 6 | 207000 | 79000 | 9.7 | 3 | 7860 |
| ANG | wy28/2008 | | | 455 | 31 | a | 15 1 | 37 | 207000 | 79000 | 0.7 | 2 | 7850 |
| ANSI | walcowana | | | 553 | 34 | 6 7 | 12 1 | 79 | 207000 | 79000 | 0.7 | 5 | 7860 |
| 1794A | morealmana | | | 513 | M | 8 7 | 0 1 | .45 | 202000 | 5 79300 | 0.5 | 4 | 7960 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | OK | |
| | | | | | | _ | | | _ | | _ | - | |
| | | _ | | | | _ | | | and the second | | 1000 | | |
| | | | | | | _ | | | 1.1 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | 306 Migier Arto: Art | M. Chicks such M. Chicks and M. Chicks and M. Status and M | Markensen Marken | Dana Dana Ang Ang Ang Ang Ang Ang Ang Ang Ang Ang | Lanual Kupyana Internet Intern | In the Department of a Dispersion in the Department of a Dispersion of a Dispersion in the Department of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of a Dispersion of Dispersion of a Dispersion of A Dispersion of A Dispersion of Dispersion of A Dispersion of A Dispersion of A Dispersion of Dispersion of A Dispersion of A Dispersion of A Dispersion of Dispersion of A Dispersion of A Dispersion of A Dispersion of A Dispersion of Dispersion of A Dispersion of | Data Data Data Data 10 Order angles 1, 1, 1, 100 1 1 10 Order angles 1, 1, 100 1 1 1 10 Order angles 1, 1, 100 1 | Data Data Data Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status Status AC Productive Status Status | Descriptional 1,2,000 1 1,2,000 1 1,0,000 Status Status | Instruct Respinant 1.3.0.000 m 5 1.3.0.000 m 1.3.0.000 m 100 Orderation 5 3 | Manual Magnadi 1, (2000) No. Mail Magnadi 1, (2000) No. Mail Magnadi Mail | International 1.12.00m No. 1.12.00m No. 1.12.00m 10 Orden media 5, 10m No. 10.10mm 10.10mm 10 Orden media 5, 10m No. No. 10.10mm 10.10mm 10 Orden media 10.10mm No. No. No. 10.10mm No. No. No. | Birman Marque 1.3.0.000 V 1.3.0.000 V 1.3.0.000 10 Octoar contra 5 |

Rys. 6. Lista materiałów

Na podstawie danych z tabeli 4 granica wytrzymałości materiału na rozciąganie Rm = 500 [MPa], a granica plastyczności Re = 300 [MPa]. Wybieramy stal SAE 1022, jako że jej parametry najbardziej odpowiadają tym obliczonym analitycznie.

Posługując się rysunkiem 5 odszukujemy parametr *dopusz*czalny nacisk w gwincie p_a. Domyślna wartość 40 [MPa] wydaje się być zbyt mała, zważywszy na przyjętą klasę wytrzymałości śrub 5.6.

Uruchamiamy plik pomocy Inventora. Wprowadzamy zapytanie - dopuszczalny nacisk w gwincie (rys.7.).

| 😤 Strona główna pomocy | | | | | | _ | | | | Za | aloguj się | O Pol | | |
|---|------|-----------|--|------------|----------|-----|-----|-----|-----|--------------|-------------|---------|--|--|
| AUTODESK' INV | /ENT | TOR 2 | 017 | | | - | TO | | |), opuszczał | ny nacisk w | gwincie | | |
| Co nowego | ^ | | | | | | | | | | | | | |
| Nagrania wideo: Pierwsze kroki | | Materiał | Klasa wytrzymałości materiału śruby zgodnie ze standardami CSN i ISO | | | | | | | | | | | |
| Pierwsze kroki – stosowane pojęcia | | | 4A | 4D | 4S | 50 | 55 | 6S | 6G | 8G, 8E | 10K, 10G | 12K | | |
| Cwiczenia | | | 3,6 | 4,6 | 4,8 | 5,6 | 5,8 | 6,8 | 6,9 | 8,8 | 10,9 | 12,9 | | |
| Inventor Help Topics | | | pA [MF | Pa] | | | | | | | | | | |
| + Inventor - podstawy | | stal | 40 | 50 | 75 | 70 | 90 | 110 | 120 | 150 | 200 | 250K | | |
| 🕂 Style i biblioteki stylów | | | - | 20 | | 10 | | 70 | | 00 | 176 | 150 | | |
| 🕂 Materiały i wyglądy | | zeliwo | 23 | 30 | 43 | 40 | 33 | 70 | 80 | 90 | 12.5 | 130 | | |
| Przejście z programu AutoCAD do programu Inventor | | lekkie | 18 | 20 | 30 | 27 | 35 | 45 | 50 | 60 | 80 | 90 | | |
| + Środowisko robocze | | stopy | | | | | | | | | | | | |
| Modelowanie części – przegląd | | | | | | | | | | | | | | |
| + Edycja brył i powierzchni | | Temat nad | rzędny: | Połączenia | gwintowe | | | | | | | | | |

Rys. 7. Okno pomocy - dopuszczalny nacisk w gwincie

Dla przyjętego materiału śrub (stal) i klasy wytrzymałości 5.6, zalecana wartość dopuszczalnego nacisku w gwincie wynosi 70 [MPa]. Te wartość wprowadzono w oknie dialogowym z rysunku 5.

W tej części rozważań pozostało ustalenie wartości *współczynnika tarcia w gwincie oraz współczynnika tarcia na powierzchni styku.* W obydwu wypadkach wpisano wartości przyjęte w założeniach - $\mu_1 = \mu_2 = 0,15$, jakkolwiek możliwe jest skorzystanie z tablic oznaczonych *Współczynniki,* dostępnych po kliknięciu w strzałkę obok wartości odpowiedniego współczynnika tarcia.



Rys. 8. Tabela współczynników tarcia w gwincie

Tabelę sugerowanych wartości współczynnika tarcia w gwincie zawiera rysunek 8. Tabelę wartości współczynnika tarcia na powierzchni styku przedstawiono na rysunku 9.

| Typ obliczeń wytrzymałościowych | | Haterial plyt | Wyniki | | | | |
|---|-------------------------|---------------------|----------------|------------|--|----------------|---------------------|
| Obliczenia sprawdzające | • | Material uzytka | onnika | | | F _v | 3384,831 |
| Obriateria | , | Hoduł sprężystości | E2 | 206700 MPa | | Finas | 3869,250 |
| Ar. | 10 | Właściwości połącze | ria | | | M., G. | 5,6731 103,067 M |
| EXCAST AND | 5 | Szerokość funkcjona | ina L | 31,250 mm | | ck. | 106,858 M |
| | - | Śruba | | | | aned | 211,846 M |
| Fa | 100 ¥ L | iczba śrub | 1 | 10 | | Gmax | 117,818 M |
| | Współczynnik tarcia | | 0 | 8,000 mm | | P _c | 48,548 M |
| | Materiał | Bez smarowania | Olej maszynowy | 1,250 mm | | less: | i da el den |
| C C C C C C C C C C C C C C C C C C C | stal - stal | 0,8 | 0,16 | 7,188 mm | | | |
| L×n . | stal - żelwo | 0,4 | 0,21 | 6,466 mm | | | |
| 4 - + | stal - mosiadz | 0.35 | 0,19 | | | | |
| Naks. sla wzdłużna Fa | a stal - mosiadz | 0,13 | 0,16 | | | | |
| Maks. sila styczna F _t | 2 zeiwo - żelwo | 1 | 0.15-0.20 | 359 MPa | | | |
| Wsp. zacisku k | zelwo - braz | 0.25 | 0.08 | 207000 MPa | | | |
| Wsp. przyłożenia siły n | braz - braz | 0.25 | 0,10 | 70 MPa | | | |
| Wsp. tarcia w połączeniu f | aluminium - aluminium | 1.35 | 0.30 | 0,15 ul | | | |
| Wymagany wsp. bezpiecz. kg | miedž - miedž | 1 | 0.08 | 0,15 ul | | | |
| 21:00:59 Obliczenia: Obliczenia wskazują na | stal - cieksicias | 0.4-0.5 | 0.4-0.5 | | | | |
| | pleksiglas - pleksiglas | 0,8 | 0,8 | | | | |
| | | | 10.000 | | | | |
| | | OK | (Anulu) | | | | |

Rys. 9. Tabela współczynników tarcia na powierzchni styku

Sugerowane wartości współczynnika tarcia w gwincie nie budzą zastrzeżeń. Co do wartości współczynnika tarcia na powierzchni styku z tabeli przedstawionej na rysunku 9 można i chyba należy mieć poważne wątpliwości.

Przechodzimy do zdefiniowania brakujących parametrów złącza – rysunek 10.

Wartości współczynnika tarcia w połączeniu oraz wymaganego współczynnika bezpieczeństwa wprowadzamy zgodnie założeniami - μ =0,2, x_e = 1,5. W przypadku współczynnika tarcia w połączeniu nie usiłujemy posiłkować się dostępną tabelką (to ta sama tabela, znana już z rys. 9.).

| | ch | | | Materiał płyt | | | | Wyniki | |
|--------------------------|----------------|-----------|---|---------------------------|------|------------|----|------------------|------------|
| Obliczenia sprawdzające | | | | Materiał użytkownika | | | | P _v | 3384,831 |
| Obviatorie | | | | Moduł sprężystości | E2 | 205700 MPa | | Fmax | 3869,250 |
| COUQUEIRE | i. | | | Właśdwości połączenia | | | | Mu | 5,673 N |
| 12 AN | ALL Y | | | Szerokość funkcjonalna | 1 | 31,250 mm | | 5 | 106,858 14 |
| | Cherter 1 | - | | Śrube | | | | aned | 211,846 M |
| Fa | 1111 | m | Ŧ | Liczba śrub | 2 | 14 | + | a _{max} | 117,818 14 |
| | | - U. | | Średnica gwintu | d | 8,000 mm | | Pc | 48,548 MF |
| | 00. | | | Podział | p | 1,250 mm | | 58 | 1,69463 |
| | 20 | | | Średnica podz. śruby | d, | 7,188 mm | | | |
| Lxr | 1 | | | Min. średnica śruby | dmin | 6,466 mm | | | |
| 4 L | | | | Material śruby | | | | | |
| Maks. siła wzdłużna | F. | 2306,75 N | | Stal SAE 1022 | | | in | | |
| Maks. sila styczna | Ft | 312,5N | | Granica plastyczności | 5, | 359 MPa | | | |
| Wsp. zacisku | k | 10 | | Moduł sprężystości | E, | 207000 MPa | | | |
| Wsp. przyłożenia siły | . n | 1,0 ul | + | Dop. nacisk w gwincie | P. | 70 MPa | | | |
| Wsp. tarcia w połączeniu | f | 0,2 ul | | Wsp. tarcia w gwincie | f1 | 0, 15 ul | | | |
| Wymagany wsp. bezpiecz. | k _a | 1,5 ul | | Wsp. tarcia na pow. styku | f2 | 0, 15 ul | | | |

Rys. 10. Okno modułu obliczeniowego – pozostałe parametry złącza

Domyślna wartość współczynnika zacisku (cokolwiek to znaczy) to 1,5. W Pomocy programu Inventor hasła współczynnik zacisku nie znaleziono. W zapytaniu należy uwzględnić, że współczynnik ten oznaczony został jako K. Wyniki zapytania przedstawiono na rysunkach 11 i 12.



Rys. 11. Okno pomocy – współczynnik dokręcenia

Eksploatacja i testy

| AUTODESK' INV | /EN | TOR 2017 | vspółczynnik dokręcenia k 🛛 🕱 |
|--|-----|--|--|
| Co nowego | ^ | < Wróć do wyników wyszukiwania | |
| Nagrania wideo: Pierwsze kroki | | Okno dialogowe Współczynniki – odniesienie | C UDOSTĘPNIJ |
| Pierwsze kroki – stosowane pojęcia | | Posten | |
| 🕒 Ćwiczenia | | - Santp | |
| Inventor Help Topics | | Wstążka: karta Projekt > panel Łączenie > Połączenie gwintowe | Obliczenia. |
| + Inventor - podstawy | | Współczynnik dokręcenia | |
| 🕂 Style i biblioteki stylów | | W przypadku połączeń gwintowych z naprężeniem wstępnym odległość między materia | łami jest niepożądana (na |
| + Materiały i wyglądy | | przykład ze względu na niską jakość powierzchni), dlatego też wprowadzany jest współ- zapobiegający takiej sytuacji. Współczynnik dokrecenia k = 1 + W (dodatkowy współczy) | czynnik bezpieczeństwa opik dokrecenia W = 0.5 - 1.5) |
| Przejście z programu AutoCAD do programu Inventor | | Zalecane wartości dla średnic większych śrub to 1,5. Wartości dla średnic mniejszych śr współczynnik, należy ustawić wartość 1. | ub to 2,5. Aby zignorować ten |

Rys. 12. Okno pomocy – współczynnik dokręcenia cd

Uzyskane informacje są co nieco sprzeczne. W przypadku konieczności uzyskania połączenia szczelnego, zgodnie z teorią połączeń gwintowych należałoby zastosować współczynnik, tu określony jako dokręcenia o wartości 1,5 -2. W omawianym przykładzie w zupełności wystarczy wartość 1. Zalecana wg rysunku 11 wartość 1,2 z pewnością spowoduje przekroczenie dopuszczalnych naprężeń.

Do ustalenia pozostała wartość współczynnika przyłożenia siły. Wykorzystujemy dostępną po kliknięciu na strzałkę tabelę (rys. 13.)

Wprowadzamy wartość równą 1.

Klikamy przycisk Oblicz. W dolnej części okna generatora wyświetlony zostaje komunikat: Obliczenia wskazują na zgodność projektu.

Po prawej stronie okna, w zakładce *Wyniki* odczytujemy wartości obciążenia maksymalnego F_{max} oraz napięcia wstępnego F_v śruby. Otrzymane wskutek działania modułu obliczeniowego generatora połączenia gwintowego wartości obciążeń, są prawie identyczne z otrzymanymi w drodze obliczeń analitycznych wartościami $F_{s(max)}$ oraz F_0 (tab. 3.).



Rys. 13. Tabela wartości współczynnika przyłożenia siły

Po prawej stronie okna, w zakładce *Wyniki* odczytujemy wartości obciążenia maksymalnego F_{max} oraz napięcia wstępnego F_v śruby. Otrzymane wskutek działania modułu obliczeniowego generatora połączenia gwintowego wartości obciążeń, są prawie identyczne z otrzymanymi w drodze obliczeń analitycznych wartościami $F_{s(max)}$ oraz F_0 (tab. 3.).

PODSUMOWANIE

Podczas procesu projektowania, w trakcie generowania modelu 3D podzespołu, czy też urządzenia, generator połączeń śrubowych okaże się niezwykle skutecznym narzędziem ułatwiającym pracę konstruktora.

Moduł obliczeniowy generatora jest mocno uproszczony i wysoce niedoskonały, nie tylko wskutek ograniczeń dotyczących wprowadzania obciążeń, ale także z powodu niezrozumiałych oznaczeń oraz dyskusyjnych wartości niektórych parametrów.

Warunkiem wykorzystania modułu obliczeniowego jest konieczność fizycznego wykonania w zasadzie kompletnych obliczeń połączenia gwintowego metodami analitycznymi. Z kolei wykonanie obliczeń analitycznych wymaga od użytkownika odpowiedniego przygotowania teoretycznego w tym zakresie.

W praktyce moduł obliczeniowy może zostać wykorzystany jako potwierdzenie poprawności przeprowadzonych obliczeń metodami analitycznymi.

BIBLIOGRAFIA

- PN-ISO 724:1995, Gwinty metryczne ISO ogólnego przeznaczenia -- Wymiary nominalne.
- PN-ISO 965-2:2001, Gwinty metryczne ISO ogólnego przeznaczenia -- Tolerancje -- Część 2: Wymiary graniczne gwintów zewnętrznych i wewnętrznych ogólnego przeznaczenia -- Klasa średniodokładna.
- PN-EN ISO 4017: 2002. Śruby z łbem sześciokątnym z gwintem na całej długości trzpienia.
- PN-EN ISO 4014: 2000, Śruby z łbem sześciokątnym z gwintem częściowym.
- 5. ISO 7090 / ISO 7091:2004, Podkładki okrągłe płaskie.
- PN-EN-ISO 3506: 2000, Własności mechaniczne części złącznych.
- PN-EN ISO 898-1:2001, Śruby, wkręty i nakrętki -- Własności mechaniczne śrub i wkrętów.
- Dietrich M. i inni: Podstawy Konstrukcji Maszyn, t. 2, PWN, Warszawa 1988.
- 9. Rutkowski A., Części maszyn, WSiP, Warszawa 1998.

Calculation module of thread connection generator in Inventor

The article presented an analysis of the selection of bracket screws using classical, analytical calculation methods and using the Inventor generator. The operation and functionality of the generator calculation module are discussed. Its imperfections, simplifications and perceived errors were pointed out. Its usefulness in the construction process was assessed.

Autorzy:

dr inż. Andrzej Maciejczyk- Katedra pojazdów i Podstaw Budowy Maszyn, Politechnika Łódzka

JEL: L64 DOI: 10.24136/atest.2018.136 Data zgłoszenia: 2018.05.23 Data akceptacji: 2018.06.15