

Autodesk Inventor Simulation 2010

Začínáme

The Autodesk logo is displayed in white text on a black rectangular background. The word "Autodesk" is written in a bold, sans-serif font, with a registered trademark symbol (®) at the end.

Duben 2009

© 2009 Autodesk, Inc. All Rights Reserved. Except as otherwise permitted by Autodesk, Inc., this publication, or parts thereof, may not be reproduced in any form, by any method, for any purpose.

Certain materials included in this publication are reprinted with the permission of the copyright holder.

Trademarks

The following are registered trademarks or trademarks of Autodesk, Inc., in the USA and other countries: 3DEC (design/logo), 3December, 3December.com, 3ds Max, ADI, Alias, Alias (swirl design/logo), AliasStudio, Alias|Wavefront (design/logo), ATC, AUGI, AutoCAD, AutoCAD Learning Assistance, AutoCAD LT, AutoCAD Simulator, AutoCAD SQL Extension, AutoCAD SQL Interface, Autodesk, Autodesk Envision, Autodesk Insight, Autodesk Intent, Autodesk Inventor, Autodesk Map, Autodesk MapGuide, Autodesk Streamline, AutoLISP, AutoSnap, AutoSketch, AutoTrack, Backdraft, Built with ObjectARX (logo), Burn, Buzzsaw, CAiCE, Can You Imagine, Character Studio, Cinestream, Civil 3D, Cleaner, Cleaner Central, ClearScale, Colour Warper, Combustion, Communication Specification, Constructware, Content Explorer, Create>what's>Next> (design/logo), Dancing Baby (image), DesignCenter, Design Doctor, Designer's Toolkit, DesignKids, DesignProf, DesignServer, DesignStudio, Design|Studio (design/logo), Design Web Format, Discreet, DWF, DWG, DWG (logo), DWG Extreme, DWG TrueConvert, DWG TrueView, DXF, Ecotect, Exposure, Extending the Design Team, Face Robot, FBX, Filmbox, Fire, Flame, Flint, FMDesktop, Freewheel, Frost, GDX Driver, Gmax, Green Building Studio, Heads-up Design, Heidi, HumanIK, IDEA Server, i-drop, ImageModeler, iMOUT, Incinerator, Inferno, Inventor, Inventor LT, Kaydara, Kaydara (design/logo), Kynapse, Kynogon, LandXplorer, LocationLogic, Lustre, Matchmover, Maya, Mechanical Desktop, Moonbox, MotionBuilder, Movimento, Mudbox, NavisWorks, ObjectARX, ObjectDBX, Open Reality, Opticore, Opticore Opus, PolarSnap, PortfolioWall, Powered with Autodesk Technology, Productstream, ProjectPoint, ProMaterials, RasterDWG, Reactor, RealDWG, Real-time Roto, REALVIZ, Recognize, Render Queue, Retimer, Reveal, Revit, Showcase, ShowMotion, SketchBook, Smoke, Softimage, Softimage|XSI (design/logo), SteeringWheels, Stitcher, Stone, StudioTools, Topobase, Toxik, TrustedDWG, ViewCube, Visual, Visual Construction, Visual Drainage, Visual Landscape, Visual Survey, Visual Toolbox, Visual LISP, Voice Reality, Volo, Vtour, Wire, Wiretap, WiretapCentral, XSI, and XSI (design/logo).

The following are registered trademarks or trademarks of Autodesk Canada Co. in the USA and/or Canada and other countries: Backburner, Multi-Master Editing, River, and Sparks.

The following are registered trademarks or trademarks of MoldflowCorp. in the USA and/or other countries: Moldflow, MPA, MPA (design/logo), Moldflow Plastics Advisers, MPI, MPI (design/logo), Moldflow Plastics Insight, MPX, MPX (design/logo), Moldflow Plastics Xpert.

All other brand names, product names or trademarks belong to their respective holders.

Disclaimer

THIS PUBLICATION AND THE INFORMATION CONTAINED HEREIN IS MADE AVAILABLE BY AUTODESK, INC. "AS IS." AUTODESK, INC. DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EITHER EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE REGARDING THESE MATERIALS.

Published by:
Autodesk, Inc.
111 McInnis Parkway
San Rafael, CA 94903, USA

Obsah

	Pevnostní analýza	1
Kapitola 1	Začínáme s pevnostní analýzou	3
	O aplikaci Autodesk Inventor Simulation	3
	Základy aplikace Autodesk Inventor Simulation	4
	Používání nápovědy	4
	Použití nástrojů pevnostní analýzy	5
	Význam pevnostní analýzy	6
	Jak pevnostní analýza funguje	7
	Předpoklady analýzy	7
	Interpretace výsledků pevnostní analýzy	9
	Ekvivalentní napětí neboli napětí Von Mises	9
	Maximální a minimální hlavní napětí	10
	Deformace	10
	Součinitel bezpečnosti	10
	Režimy frekvencí	10
Kapitola 2	Analýza modelů	13
	Provedení statické pevnostní analýzy	13
	Vstup do prostředí a vytvoření simulace	14
	Vyloučení komponent	15
	Určení materiálů	15
	Přidání vazeb	16

	Přidání zatížení	17
	Přidání podmínek dotyku	18
	Generování sítě	19
	Spuštění simulace	19
	Spuštění modální analýzy	20
Kapitola 3	Zobrazení výsledků	21
	Použití vizualizace výsledků	21
	Úprava panelu barev	23
	Interpretace výsledků pevnostní analýzy	24
	Interpretace kontur výsledků	24
	Animace výsledků	25
	Možnosti nastavení zobrazení výsledku	25
Kapitola 4	Úprava modelů a pevnostních analýz	29
	Změna geometrie modelu	29
	Změna podmínek řešení	30
	Aktualizace výsledků pevnostní analýzy	32
Kapitola 5	Generování zpráv	33
	Spouštění zpráv	33
	Výklad zpráv	33
	Informace o modelu	34
	Informace o projektu	34
	Simulace	34
	Uložení a distribuce zpráv	35
	Uložené zprávy	36
	Tisk zpráv	36
	Distribuce zpráv	36
Kapitola 6	Správa souborů pevnostní analýzy	37
	Vytváření a používání souborů analýzy	37
	Vysvětlení vztahů mezi soubory	37
	Řešení chybějících souborů	38
	Dynamická simulace	39
Kapitola 7	Začínáme pracovat se simulací	41
	O aplikaci Autodesk Inventor Simulation	41
	Základy aplikace Autodesk Inventor Simulation	42
	Používání nápovědy	42
	Funkce nástrojů simulace	43

	Předpoklady simulace	43
	Výklad výsledků simulace	43
	Relativní parametry	43
	Koherentní hmoty a setrvačnost	44
	Kontinuita pravidel	44
Kapitola 8	Simulace pohybu	45
	Princip stupňů volnosti	45
	Princip vazeb	46
	Převést vazby sestavy	47
	Spustit simulace	50
Kapitola 9	Vytváření pohyblivých sestav	53
	Zachování stupňů volnosti	53
	Přidání spojů	55
	Zavedení pohybu do spojů	56
	Spuštění simulací	57
Kapitola 10	Konstrukce provozních podmínek	59
	Dokončení sestavy	59
	Přidání tření	61
	Přidání posuvného spoje	62
	Rejstřík	65

Pevnostní analýza

Část 1 této příručky obsahuje úvodní informace o pevnostní analýze v aplikaci Autodesk Inventor® Simulation. Tento doplněk prostředí sestavy, součástí a plechu aplikace Autodesk Inventor nabízí možnost analýzy statického napětí a odezvy konstrukčních návrhů formou vlastní frekvence.

Začínáme s pevnostní analýzou

1

Aplikace Autodesk Inventor® Simulation nabízí kombinaci oborových nástrojů, které rozšiřují schopnosti aplikace Autodesk Inventor® pro dokončení složitých návrhů strojů a dalších výrobků.

Pevnostní analýza aplikace Autodesk Inventor Simulation je doplněk pracovního prostředí sestavy, součástí a plechu aplikace Autodesk Inventor.

Statická analýza umožňuje simulaci tlaku, napětí a deformací.

Modální analýza umožňuje vyhledání přirozených frekvencí vibrací a tvarů režimu mechanických návrhů.

Můžete vizualizovat vliv v trojrozměrných diagramech, vytvářet zprávy o jakýchkoli výsledcích a pomocí parametrických studií upřesňovat svůj návrh.

V této kapitole naleznete základní informace o prostředí pevnostní analýzy a pracovní postupy nutné k analýze zatížení a vazeb umístěných u součásti nebo sestavy.

O aplikaci Autodesk Inventor Simulation

Aplikace Autodesk Inventor Simulation vychází z aplikace Autodesk Inventor Simulation a obsahuje několik různých modulů. První modul, který je popsán v této příručce, se nazývá Pevnostní analýza. Poskytuje funkce pro strukturální statistickou a modální analýzu návrhů mechanických produktů.

Tato příručka obsahuje základní informace o koncepci určené k usnadnění počátečních fází používání a konkrétní příklady, které vás seznámí s funkcemi pevnostní a modální analýzy v aplikaci Autodesk Inventor Simulation.

Základy aplikace Autodesk Inventor Simulation

Předpokládáme, že umíte pracovat s rozhraním a nástroji aplikace Autodesk Inventor Simulation. Pokud ne, použijte nápovědu k zobrazení online dokumentace a cvičení a projděte si cvičení uvedená v příručce Začínáme aplikaci Autodesk Inventor Simulation.

Minimálně byste měli znát následující:

- používání modelování sestav, součástí a prostředí a prohlížeče náčrtů,
- místní úpravy komponent,
- vytváření, kótování a manipulaci s pracovními body a pracovními konstrukčními prvky,
- nastavení barevných stylů.

Zvyšte svoji produktivitu pomocí softwaru od společnosti Autodesk®. Nechte se vyškolit v autorizovaném školicím středisku společnosti Autodesk (ATC®), kde vás instruktor provede praktickou výukou, na základě které budete maximálně využívat produkty od společnosti Autodesk. Zvyšte svou produktivitu pomocí školení v některém z více než 1 400 středisek ATC ve více než 75 zemích. Další informace o školicích střediscích získáte na adrese atc.help@autodesk.com; můžete také navštívit online vyhledávač středisek ATC na webové stránce www.autodesk.com/atc-csy.


Doporučujeme také znalost základů práce se systémy Microsoft® Windows® XP nebo Windows Vista®. Výhodou jsou praktické znalosti konceptů pevnostní analýzy návrhů mechanických sestav, nejsou však nutné.

Používání nápovědy

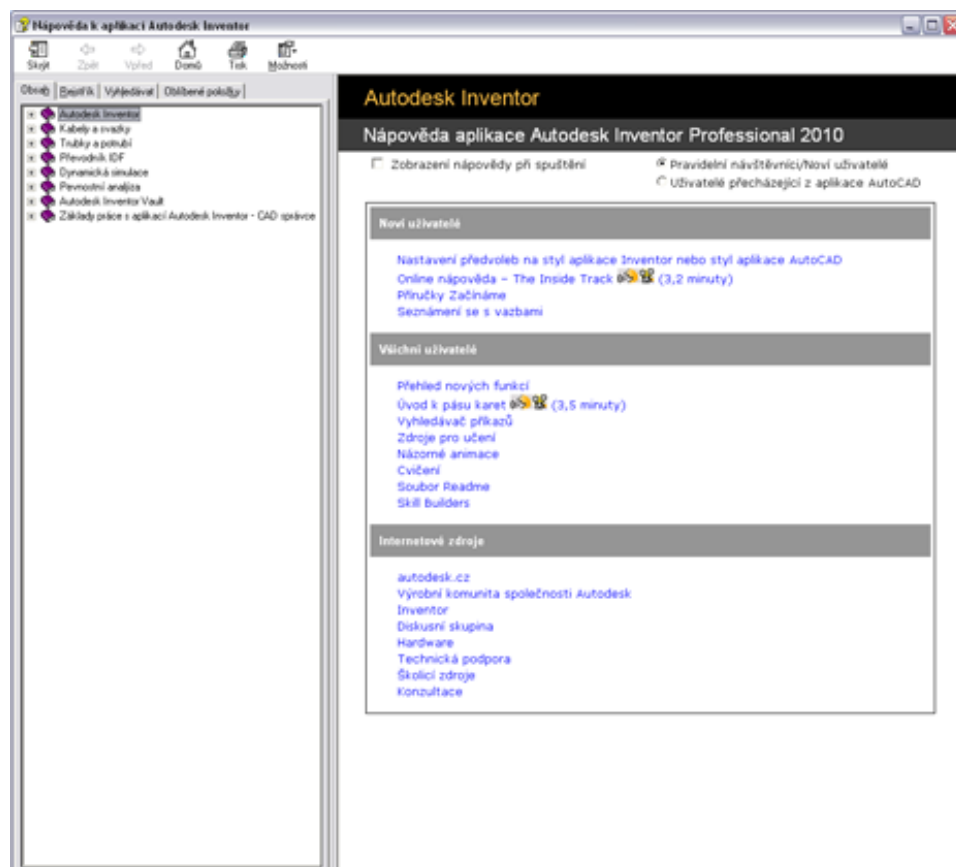
Při práci budete pravděpodobně potřebovat další informace týkající se prováděné činnosti. Systém nápovědy obsahuje podrobné informace o pojmech a postupech a referenční informace o všech funkcích modulů aplikace Autodesk Inventor Simulation a o normalizovaných prvcích aplikace Autodesk Inventor Simulation.

Systém nápovědy spustíte jedním z následujících způsobů:

- Klepněte na položku Nápověda ► Témata nápovědy a poté se přes Obsah přesuňte na téma Pevnostní analýza.
- Nápovědu k aktivní akci zobrazíte stisknutím klávesy **F1**.

- V libovolném dialogu klepněte na ikonu .

- Klepněte pravým tlačítkem v grafickém okně a vyberte možnost **Jak**. Zobrazí se téma **Jak** pro aktuální nástroj.



Použití nástrojů pevnostní analýzy

Pevnostní analýza aplikace Autodesk Inventor Simulation nabízí nástroje pro určení provozních vlastností konstrukčního návrhu přímo na modelu aplikace Autodesk Inventor Simulation. Pevnostní analýza aplikace Autodesk Inventor Simulation obsahuje nástroje pro umísťování zatížení a vazeb na součást a pro výpočet výsledné pevnosti, deformace, koeficientu bezpečnosti a rezonanční frekvence.

Přejděte do prostředí pevnostní analýzy aplikace Autodesk Inventor Simulation s aktivní součástí nebo sestavou.

Pomocí nástrojů pevnostní analýzy můžete:

- provádět strukturální statickou nebo modální analýzu součásti nebo sestavy,
- aplikovat na vrcholy, plochy nebo hrany modelu sílu, tlak, zatížení ložiska, moment nebo zatížení tělesa, nebo importovat pohybové zatížení z dynamické simulace,
- aplikovat na model vazbu pevného nebo nenulového posunutí,
- modelovat různé podmínky mechanického dotyku mezi sousedícími součástmi,
- vyhodnotit vliv více parametrických změn návrhu,
- zobrazit výsledky analýzy na základě ekvivalentního napětí, minimálního a maximálního hlavního napětí, deformace, součinitele bezpečnosti nebo modální frekvence,
- přidat nebo odebrat konstrukční prvky, například výztuhy rohů, zaoblení nebo žeber a opakovaně vyhodnoťte návrhy a aktualizace řešení,
- animovat model v různých fázích deformací, napětí, součinitele bezpečnosti a frekvencí,
- generovat úplnou a automatickou zprávu ke konstrukčnímu návrhu ve formátu HTML.

Význam pevnostní analýzy

Provádění analýzy mechanické součásti nebo sestavy ve fázi návrhu pomáhá dodat na trh lepší výrobek v kratším čase. Pevnostní analýza aplikace Autodesk Inventor Simulation vám pomůže:

- stanovit, zda je součást nebo sestava dostatečně pevná, aby vydržela předpokládané zatížení nebo vibrace, aniž by se zlomila nebo nevhodně zdeformovala,
- získat cenné informace na počátku, kdy jsou náklady na změnu návrhu nízké,
- stanovit, zda lze součást navrhnout úspornějším způsobem při zachování jejich předpokládaných vlastností.

Pevnostní analýza slouží jako nástroj pro pochopení chování návrhu při určitých podmínkách. Odborně vyškolenému specialistovi by možná trvalo spoustu času provádění takzvané podrobné analýzy za účelem získání přesné odpovědi s ohledem na skutečnost. To, co je často užitečné jak pro pomoc při předpovídání, tak i zlepšování návrhu, je vývojová tendence a informace o chování získané ze základní nebo zásadní analýzy. Provedení základní analýzy v počáteční fázi návrhu může podstatným způsobem ovlivnit celý proces tvorby.

Příklad použití pevnostní analýzy: Při navrhování svorek nebo jednoduchých svarů může deformace součástí značně ovlivnit zarovnání kritických komponent a případný vznik sil urychlujících opotřebování. Při vyhodnocování účinků vibrací hraje zásadní roli v přirozené frekvenci součástí nebo sestavy geometrie. O selhání nebo dosažení očekávaného výkonu může rozhodnout schopnost vyhnout se kritickým frekvencím, nebo je v některých případech záměrně použít.

U každé analýzy, ať podrobné nebo základní, je nutné si uvědomit povahu přibližných údajů, prostudovat výsledky a otestovat konečný návrh. Správné použití pevnostní analýzy výrazně snižuje počet nutných fyzických testů. Zkoušením širšího rozsahu možností návrhu můžete zdokonalit konečný výrobek.

Více se o možnostech pevnostní analýzy aplikace Autodesk Inventor Simulation dozvíte z ukázek a výukových programů online.

Jak pevnostní analýza funguje

Pevnostní analýza se provádí pomocí matematického modelu fyzikálního systému složeného z těchto částí:

- součástí nebo sestavy (modelu);
- vlastností materiálu;
- vhodných okrajových podmínek (zatížení, podpory), podmínek dotyku a sítě, nazývaných též předběžné zpracování;
- řešení takového matematického znázornění (vyřešení);
Pro nalezení výsledku je součást rozložena na menší prvky. Výpočetní modul spočítá individuální chování jednotlivých elementů a pomocí řešení sestavy algebraických rovnic předpoví chování celého fyzikálního systému;
- studie výsledků takového řešení, která se nazývá dodatečné zpracování.

Předpoklady analýzy

Pro simulaci je velice důležitá přesnost, se kterou modelujete a určujete skutečné fyzikální podmínky (vazby, zátěže, materiály, podmínky dotyku). Přesnost těchto podmínek přímo ovlivňuje kvalitu výsledků.

Pevnostní analýza obsažená v aplikaci Autodesk Inventor Simulation je vhodná pouze pro vlastnosti lineárních materiálů, kde je napětí přímo úměrné napětí v materiálu (tj. bez trvalé deformace materiálu). Lineární chování nastává v místě, kde je sklon křivky pevnostního zatížení v oblasti pružnosti (měřeno jako modul pružnosti v tahu) konstantní.

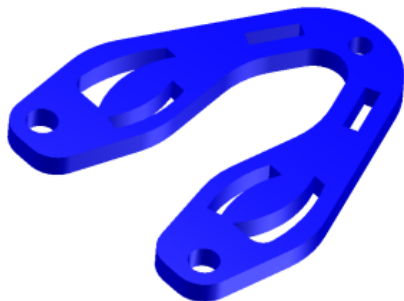
Předpokládá se, že celková deformace je v porovnání s tloušťkou součásti malá. Například při studiu deformace nosníku musí být vypočtená odchylka nižší než je minimální průřez nosníkem.

Výsledky nejsou závislé na teplotě. Předpokládá se, že teplota neovlivňuje vlastnosti materiálu.

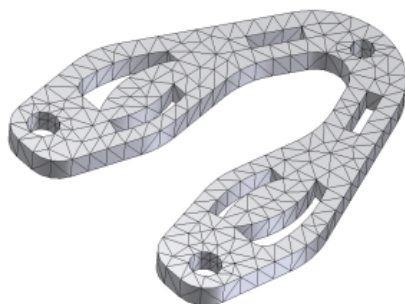
Následuje blok (model) s velmi dobře definovaným mechanickým a modálním chováním.



V případě této jednoduché součásti by bylo složité předpovědět strukturální chování modelu pomocí ručního řešení rovnic.



Zde je stejná součást rozložena na malé prvky s přesně stanoveným chováním, které lze sečíst (vyřešit) a snadno interpretovat (dodatečně zpracovat).



Interpretace výsledků pevnostní analýzy

Výstup matematického řešení je většinou velké množství holých dat. Takové množství dat by bylo obtížné interpretovat bez třídění dat a grafického znázornění, neboli dodatečného zpracování. Pomocí dodatečného zpracování lze vytvářet grafická znázornění rozložení tlaku, deformací a ostatních aspektů modelu. Interpretace výsledků dodatečného zpracování je klíčová pro určení těchto oblastí:

- oblasti potenciálních problémů, jako jsou slabá místa modelu,
- oblasti s přebytkem materiálu, například v místech s malým nebo žádným zatížením,
- cenné informace o charakteristikách výkonu modelu, například vibracích, které by se zjistily až při testování vyrobeného fyzického modelu (prototypu).

Ve fázi vyhodnocování výsledků byste měli myslet velmi kriticky. Porovnáte výsledky (například čísla, barvu obrysů, pohyby) s očekávanými výsledky. Stanovíte, jestli výsledky dávají smysl, a vysvětlíte je na základě technických principů. Pokud se výsledky liší od očekávání, je nutné zkontrolovat podmínky analýzy a určit, kde jsou neshody.

Ekvivalentní napětí neboli napětí Von Mises

Trojrozměrná napětí vznikají v mnoha směrech. Tato napětí se většinou vyjadřují pomocí shrnutí do ekvivalentního napětí, známého také jako von Misesovo napětí. Třírozměrné těleso má šest složek napětí. Jsou-li vlastnosti materiálu experimentálně zjištěny pomocí jednoosého testu napětí, je k nim systém reálného napětí vztažen kombinací šesti složek napětí do jediného ekvivalentního napětí.

Maximální a minimální hlavní napětí

Podle teorie pružnosti lze nekonečně malý objem materiálu v libovolném bodě uvnitř pevného tělesa nebo na něm otáčet tak, že zůstanou pouze normálová napětí a veškerá smyková napětí budou nulová. Pokud normálový vektor plochy a vektor napětí působící na této ploše jsou kolineární, směr normálového vektoru se nazývá směr hlavního napětí. Velikost vektoru napětí na ploše se nazývá hodnota hlavního napětí.

Deformace

Deformace je míra napnutí objektu způsobená zatížením. Pomocí výsledků deformací můžete určit, kde a jak moc se součást ohne, a sílu potřebnou k udržení ohybu v patřičných mezích.

Součinitel bezpečnosti

Všechny objekty vykazují mezní napětí závislé na použitém materiálu, které je uváděno jako mez kluzu nebo pevnosti v tahu materiálu. Pokud má ocel omezení průtažnosti 40 000 psi, potom jakékoliv napětí nad toto omezení způsobí nějakou trvalou deformaci. Není-li návrh určen k trvalému namáhání za hranici průtažnosti (ve většině případů), je maximální dovolená hodnota napětí 40 000 psi.

Při použití meze kluzu v tahu lze koeficient bezpečnosti vypočítat jako poměr maximálního dovoleného napětí k ekvivalentnímu napětí (von Mises) a aby byl návrh přijatelný, musí být vyšší než 1. (Méně než 1 znamená, že dochází k trvalé deformaci.) Při používání meze únosnosti se k určení poměrů koeficientu bezpečnosti používá maximální hlavní napětí.

Koeficient bezpečnosti upozorňuje na oblasti možných problémů, kde jsou výsledky ekvivalentního napětí zobrazeny červeně bez ohledu na jejich hodnotu. I když koeficient bezpečnosti 1 znamená, že materiál je přesně na hranici, většina konstruktérů se snaží o koeficient bezpečnosti od 2 do 4 kvůli možnosti většího zatížení. Přestože se maximální očekávaná zátěž často opakuje, neznamená to, že místa návrhu, které dochází k deformacím, se určitě musí zničit. Opakované vysoké zatížení může mít za následek únavu materiálu, kterou pevnostní analýza aplikace Autodesk Inventor Simulation nesimuluje. V takových situacích se řiďte podle strojírenských principů.

Režimy frekvencí

Pomocí modální frekvenční analýzy můžete testovat přirozené rezonanční frekvence modelu (například tlumič zvuku během nečinných podmínek nebo jiná selhání).

Každý z těchto jevů může ovlivnit přirozenou frekvenci modelu, což může mít za následek rozkmitání a následnou chybu. Tvar modelu je posunutý tvar, který model využívá, když dosáhne rezonanční frekvence. Aplikace Autodesk Inventor Simulation vypočítá přirozené frekvence vibrací a odpovídající tvary režimu. Tvary režimu uvádí jako výsledky, které lze zobrazit a animovat. V tomto případě není poskytována analýza dynamické odezvy.

Analýza modelů

2

Model, který jste definovali, připravíte na analýzu pomocí prostředí pevnostní analýzy. Definujte materiály, zátěže a vazby pro podmínky, které chcete testovat, a určete podmínky doteku a předvolby sítě. Pak provedete analýzu neboli simulaci modelu.

V této kapitole je popsán postup určení materiálů, zatížení, vazeb, dotyků a síťování a spuštění analýzy.

Provedení statické pevnostní analýzy

V prostředí pevnostní analýzy lze rychle analyzovat návrh součásti nebo sestavy a vyhodnotit různé možnosti. Model lze analyzovat za různých podmínek s použitím různých materiálů, zatížení a vazeb (zvaných také okrajové podmínky) a výsledky je pak možné zobrazit. Můžete provést statickou analýzu nebo analýzu frekvence (zvanou také modální analýza) s asociovanými tvary režimů. Chcete-li zobrazit a vyhodnotit výsledky, můžete v modelu provést změny a poté znovu spustit analýzu a zjistit dopad provedených změn.

Pracovní postup pevnostní analýzy

- 1 Vytvořte simulace a určete jejich vlastnosti.
- 2 Vylučte komponenty, které nejsou pro stimulaci nezbytné.
- 3 Přiřadte materiály. Definujete-li modální simulaci, můžete ji nyní spustit. K dispozici je dostatek informací, aby bylo možné sledovat přirozené frekvence.
- 4 Přidejte vazby.
- 5 Přidejte zatížení.
- 6 Zadejte podmínky doteku (nepovinný krok).
- 7 Určete síť a zobrazte její náhled (nepovinný krok).
- 8 Spusťte simulaci.

- 9 Zobrazte a vyhodnoťte výsledky.

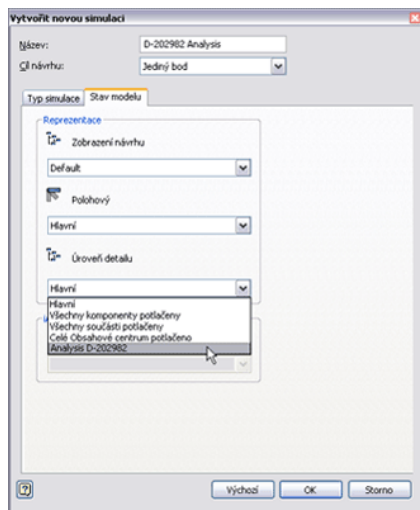
Při úpravách modelu nebo různých vstupů simulace může být nutné aktualizovat síť nebo jiné parametry analýzy. Červeně svítící ikona šroubu vedle uzlu prohlížeče označuje oblasti, které je třeba aktualizovat. Klepnutím pravým tlačítkem na uzel a volbou položky Aktualizovat tyto oblasti změníte tak, aby odpovídaly úpravám. U uzlu Výsledky je nutné aktualizovat výsledky spuštěním příkazu Simulovat.

Vstup do prostředí a vytvoření simulace

Do prostředí pevnostní analýzy můžete přejít z prostředí součásti, sestavy nebo plechu.

Při vstupu do prostředí a tvorbě nové simulace postupujte takto:

- 1 Otevřete model, který chcete analyzovat. Ve výchozím nastavení se budete nacházet v prostředí modelování.
- 2 Na pásu karet klepněte na kartu Prostředí ► panel Začátek ► Pevnostní analýza. Zobrazí se karta Pevnostní analýza.
- 3 Na pásu karet na panelu Správa ► zvolte položku Vytvořit simulaci.
V rámci jednoho dokumentu můžete vytvořit několik simulací. Při každé simulaci lze používat různé materiály, vazby a zátěže.
- 4 Určete vlastnosti simulace. Určete název a typ simulace a na kartě Stav modelu reprezentaci modelu, které se mají při simulaci používat.



- 5 Klepněte na tlačítko OK. Při nové simulaci budou do prohlížeče umístěny uzly analýzy.

Vyloučení komponent



Některé komponenty v sestavách nemají na simulaci žádný vliv.

Můžete je vyloučit. Klepněte na uzel komponenty pravým tlačítkem a poté klepněte na položku Vyloučit ze simulace.

Vyloučení ze simulace nemá žádný vliv na sestavu v prostředí modelování.

U součástí můžete vyloučit prvky, jako jsou malá zaoblení a kosmetické prvky, které nemají na chování součástí žádný vliv.

Určení materiálů

Prostředí pevnostní analýzy nabízí možnosti přepsání materiálů jakékoli komponenty. Výchozí materiál zadaný v šablonách aplikace Inventor není pro účely simulace plně definován. Při modelování komponent je třeba používat materiály, které jsou vhodné a plně definované, obzvláště pokud se chystáte použít simulaci.




- 1 Klepněte na položku Přiřadit materiály. Tento krok je volitelný podle materiálů použitých pro komponenty. Pokud jsou všechny materiály plně definovány, můžete přepsání materiálů vynechat.
- 2 V dialogovém okně podle potřeby určete materiál potlačení komponent. Materiál potlačení je uveden ve třetím sloupci. Dostupné materiály zobrazíte pomocí rozvíracího seznamu.
- 3 Vyberte všechny nezbytné možnosti přepsání materiálů a kritérií selhání (mez kluzu v tahu nebo mez pevnosti v tahu) pro výpočet koeficientu bezpečnosti a klepněte na tlačítko OK.

Materiály aplikace Inventor jsou spravovány pomocí editoru stylů a norem. Můžete použít stávající materiály nebo podle svých potřeb definovat nové. Editor je přístupný z dialogu Přiřazení materiálů nebo klepnutím na kartu Správa ➤ panel Styly a normy ➤ Editor stylů.

Přidání vazeb

Přidáním vazeb napodobíte podmínky prostředí. Instance vazeb jsou podřazenými uzly uzlu Vazby v prohlížeči. Chcete-li upravit vazbu, poklepejte na uzel vazby.

POZNÁMKA Vazby představují zásadní součást sestavování simulačního modelu a mohou významně ovlivnit konečné výsledky simulace. Je třeba je dobře zvážit, aby přesně odpovídaly fyzikálním podmínkám.

	Vazba	Informace specifické pro vazby
	Pevná vazba	Pevnou vazbu můžete aplikovat na plochu, hranu nebo vrchol součásti. Aplikací pevné vazby lze u součásti stanovit nulové nebo nenulové posunutí.
	Vazba svorky	Vazbu svorky můžete aplikovat na válcové plochy. Vazbu svorky aplikujte jako ochranu válcových ploch před posunutím nebo deformací v kombinacích s radiálními, axiálními nebo tečnými směry.
	Ideální vazba	Ideální vazbu můžete aplikovat na ploché nebo válcové povrchy součásti. Ideální vazby chrání povrch před posunutím nebo deformací ve směru kolmém na povrch.

Postup přidání vazby:

- 1 Klepněte na příkaz vazby odpovídající typu vazby, kterou chcete přiřadit.
- 2 Příkaz výběru je aktivní a můžete začít vybírat geometrii související s typem vazby. Rozbalením dialogového okna získáte přístup k pokročilým nastavením.

Klepnete-li pravým tlačítkem myši na vazbu v prohlížeči, můžete provádět tyto akce:

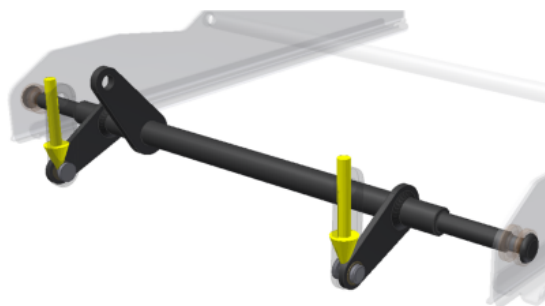
- upravit vazbu; zobrazí se příslušný dialog, který umožňuje provádění změn,
- zobrazit reakční síly; před spuštěním simulace jsou hodnoty nulové,
- potlačit vazbu,
- kopírovat a vkládat mezi simulacemi v rámci stejného dokumentu,

- odstranit vazbu.




Chcete-li přejmenovat položku v prohlížeči, klepněte na ni, chvíli počkejte a klepněte na ni znovu, zadejte nový název a stiskněte klávesu ENTER.




POZNÁMKA U některých typů simulace, které určujete, nejsou vazby vyžadovány.

Přidání zatížení



Chcete-li simulovat podmínky, kterým může být váš návrh vystaven, můžete přidat zatížení silami v oblastech, kde takové síly mohou působit. Můžete použít širokou škálu typů zatížení. V následujícím seznamu jsou popsány dostupné typy zatížení.

Zatížení	Informace specifické pro zatížení
 Síla	Aplikujte sílu na množinu ploch, hran a vrcholů. Je-li působíště síly na ploše, nastaví se směr síly automaticky kolmo k ploše směrem dovnitř součásti. Definujte směr rovinných ploch, přímých hran a os.
 Tlak	Tlak je jednotný a působí kolmo k ploše ve všech bodech plochy. Aplikujte tlak pouze na plochy.
 Zatížení ložiska	Aplikujte zatížení ložiska pouze na válcové plochy. Při výchozím nastavení je zatížení vyvíjeno podél osy válce a směr zatížení je radiální.

Zatížení	Informace specifické pro zatížení
 Moment	Aplikujte moment pouze na plochy. Definujte směr rovinných ploch, přímých hran, dvou vrcholů a os.
 Zatížení tělesa	Určuje lineární zrychlení modelu pomocí plochy jako vstupu. Výběrem válcových ploch získáte axiální směr. Během analýzy můžete použít pouze jedno zatížení tělesa.
 Gravitace	Určuje směr gravitačního zatížení modelu. Směr určíte výběrem plochy nebo jej můžete přesně ovládat pomocí dialogu Vektorové komponenty. Výběrem válcových ploch získáte axiální směr.

Chcete-li přidat zatížení, postupujte takto:

- 1 Klepněte na příkaz zatížení odpovídající typu zatížení, které chcete přidat.
- 2 Příkaz výběru je aktivní, takže můžete vybrat geometrii odpovídající zatížení, které určujete.
- 3 Určete parametry zatížení. Bude-li to nutné, rozbalte dialogové okno a získáte přístup k pokročilým nastavením.

Poklepejte na uzel zatížení v prohlížeči a zatížení upravte. Také na něj můžete klepnout pravým tlačítkem a vybrat na možnost Upravit vazbu [typ].

Přidání podmínek dotyku

V sestavách mohou existovat různé podmínky dotyku. Ty lze automaticky zjistit při používání příkazu Automatické dotyku. Tolerance a typ dotyku, které budou automaticky přiděleny, jsou určeny vlastnostmi simulace.

Zkontrolujte vytvořené dotyku, abyste se ujistili, že přesně reprezentují fyzikální interakce modelu. Jako výchozí může pro automaticky odvozené dotyku sloužit jen jeden typ dotyku, takže později může být nutné provést úpravy.

Automatické dotyku

Chcete-li podmínky dotyku přidávat automaticky, klepněte na příkaz Automatické dotyku. Také můžete klepnout pravým tlačítkem na uzel Dotyk a vybrat možnost Automatické dotyku.

Ruční dotyku

Někdy je nutné přidat dotyky ručně. Při ručním přidávání dotyků postupujte takto:

- 1 Na pásu karet klepněte na kartu Pevnostní analýza ➤ panel Dotyky ➤ Ruční.
- 2 Určete typ dotyku.
- 3 Vyberte pro daný typ dotyku vhodné objekty. Pokud jiné komponenty zakrývají komponentu, kterou chcete vybrat, vyberte nejprve součást pomocí možnosti Výběr součástí a potom upřesněte výběr.

Generování sítě

Můžete přijmout výchozí nastavení sítě a přejít přímo k simulaci. Může se ale stát, že budete v některých oblastech potřebovat síť s větší hustotou. V takovém případě upravte nastavení sítě nebo použijte ovládací prvek místní sítě.

Nastavení sítě zobrazíte pomocí příkazu Nastavení sítě na panelu Připravit. Můžete určit nastavení sítě, které si přejete pro svou simulaci.

Po určení vlastností vytvoříte síť klepnutím na položku Pohled sítě. Síť je generována jako překryv na geometrii modelu.



Řízení místní sítě

Chcete-li použít řízení místní sítě, klepněte na příkaz Řízení místní sítě na panelu Připravit. Potom vyberte plochu, kde bude síť aplikována, a určete nastavení sítě pro místní řízení.

Spuštění simulace

Po určení parametrů analýzy můžete spustit simulaci. Na pásu karet klepněte na kartu Pevnostní analýza ➤ panel Řešit ➤ Simulovat.

V dialogovém okně Simulovat můžete po rozbalení oblasti Více zjistit, zda se zde vyskytují oznámení nebo varování související s procesem.

Výpočty simulace zahájíte klepnutím na položku Spustit.

Spuštění modální analýzy

Kromě pevnostní analýzy můžete provést také modální frekvenční analýzu, pomocí níž zjistíte, při kterých přirozených frekvencích bude součást vibrovat a tvary režimů při těchto frekvencích. Stejně jako pevnostní analýza je modální analýza dostupná v prostředí pevnostní analýzy.

Analýzu přirozené frekvence můžete provádět nezávisle na pevnostní analýze. Frekvenční analýzu můžete provádět na předběžně zatížené struktuře, v tomto případě můžete před analýzou definovat zatížení součástí. Přirozené frekvence můžete hledat také pro model bez vazeb.

Pracovní postup: Spuštění modální analýzy

- 1 Spusťte prostředí pevnostní analýzy.
- 2 Spusťte novou analýzu a jako typ simulace vyberte modální analýzu.
- 3 Ověřte, že je materiál použitý pro součást vhodný, případně jej přepište vhodným materiálem.
- 4 Použijte potřebné vazby (nepovinné).
- 5 Použijte libovolné zatížení (nepovinné).
- 6 Upravte nastavení sítě a zobrazte náhled sítě (volitelný krok).
- 7 Klepněte na možnost Simulovat a v dialogovém okně na položku Spustit.
Výsledky prvních šesti režimů frekvence jsou uloženy ve složce Výsledky v prohlížeči. U součástí bez vazeb je prvních šest frekvencí vždy nulových.
- 8 Počet zobrazených frekvencí můžete změnit klepnutím pravým tlačítkem na uzel Simulace (v horní části prohlížeče) a výběrem možnosti Upravit vlastnosti simulace.
V dialogovém okně zadejte počet režimů, které chcete vyhledat.
Po dokončení požadovaných kroků se v prohlížeči vedle oblastí, které vyžadují aktualizaci, zobrazí oznámení Aktualizovat. Klepněte pravým tlačítkem na uzel a zvolte možnost Aktualizovat. Klepněte pravým tlačítkem na uzel Výsledky a vyberte možnost Simulovat.

Zobrazení výsledků

3

Po provedení pevnostní analýzy modelu v definovaných podmínkách si můžete prohlédnout grafické znázornění výsledku.

V této kapitole naleznete informace o interpretaci grafického znázornění výsledků pevnostní analýzy.

Použití vizualizace výsledků

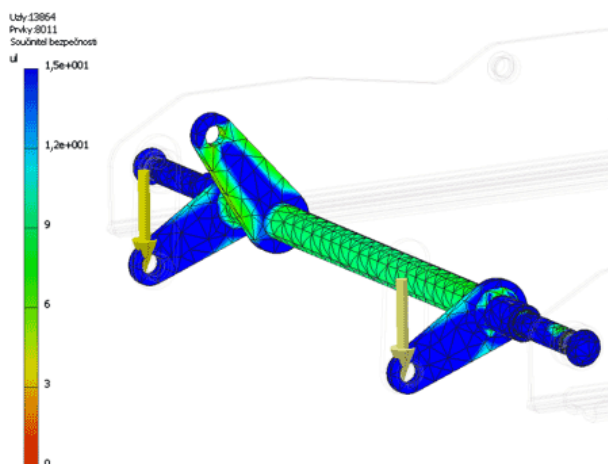
Když simulace dokončí výpočty, grafická oblast se aktualizuje a zobrazí:

- trojrozměrný diagram a typ výsledku,
- vyhlazené stínování zobrazující rozložení napětí,
- pruh barev, který určuje rozsah napětí,
- informace o síti včetně počtu uzlů a prvků,
- údaje jednotek,
- uzel Výsledek v prohlížeči je zaplněn podřazenými uzly pro různé výsledky podle typu analýzy.

U statistické analýzy je výchozím výsledkem Napětí Von Mises a u modální analýzy Frekvence 1. Zobrazte výsledky pomocí příkazů zobrazení a uzlů Výsledky v prohlížeči. Tyto nástroje umožňují zobrazení velikosti napětí působících v celé komponentě, deformací komponenty a koeficientu bezpečnosti. U modální analýzy můžete zobrazit režimy přirozených frekvencí.

Příkazy zobrazení jsou povoleny a nacházejí se na panelu Zobrazení na kartě Pevnostní analýza. Výchozí režim zobrazení vyhlazuje kontury.

Různé sady výsledků zobrazíte rozbalením uzlu Výsledek a odkrytím podřazených uzlů. Když například spustíte statickou analýzu, zaplní prohlížeč podřazené uzly výsledků pro napětí Von Mises, první hlavní napětí, posunutí, koeficient bezpečnosti a další.



Chcete-li zobrazit jiné sady výsledků, poklepejte na příslušný uzel prohlížeče. Při prohlížení výsledků můžete:

- změnit panel barev tak, aby se zvýraznily ty úrovně napětí, které jsou důležité,
- porovnat výsledky s nedeformovanou geometrií,
- zobrazit síť použitou pro dané řešení,
- použít stínování obrysů,
- zobrazit umístění maximálních a minimálních výsledků,
- používat stejné měřítko ve všech sadách výsledků (to je důležité při skrývání různých součástí v pohledu výsledků nebo při práci s více konfiguracemi v parametrických studiích),
- zobrazit okrajové podmínky,
- změnou měřítka posunutí zvětšit výsledné posunutí,
- animovat posunutí v řadě kroků,
- vytvořit video s animací posunutí,
- zobrazit dvourozměrná vykreslení konvergence (křivku přesnosti výsledků),
- zjišťovat hodnoty v konkrétních bodech.

Úprava panelu barev

Panel barev zobrazuje, jaké barvy odpovídají určitým hodnotám napětí nebo posunutí vypočteného v řešení. Panel barev můžete nastavit tak, aby barvy znázorňující napětí nebo posunutí byly zobrazeny podle vašich potřeb.

Úprava panelu barev

- 1 Na pásu karet klepněte na kartu Pevnostní analýza ► panel Zobrazení ► Panel barev.


Maximální a minimální hodnoty v panelu barev jsou při výchozím nastavení rovny maximální a minimální hodnotě výsledků řešení. Úpravou maximální a minimální hodnoty můžete pozměnit vzhled pruhů.


- 2 Maximální a minimální kritické prahové hodnoty můžete upravit po zrušení zaškrtnutí políčka vedle položky, kterou chcete upravit. Upravte hodnoty v textovém poli. Dokončete změnu klepnutím na tlačítko OK.

Výchozí maximální a minimální kritické prahové hodnoty obnovíte zaškrtnutím příslušného políčka vedle položky.

Úrovně jsou ve výchozím nastavení rozděleny na sedm shodných oblastí, k nimž jsou přiřazeny výchozí barvy. Je možné vybrat počet barev kontur v rozsahu 2 až 12.

Při použití vyhlazeného stínování se používá jen 5 barev a tyto ovládací prvky jsou vypnuty.

- 3  Chcete-li zvýšit nebo snížit počet barev, klepněte na položku Zvýšit počet barev nebo Snížit počet barev. Požadovaný počet barev lze rovněž zadat do textového pole.

- 4  Výsledné kontury lze zobrazit v různých barvách nebo v odstínech šedi. Klepnutím na položku Stupnice šedé v seznamu Typ barvy zobrazíte kontury výsledku ve stupních šedi.

POZNÁMKA Nefunguje to u součinitele bezpečnosti.

- 5 Panel barev se podle výchozího nastavení nachází v levém horním rohu. Chcete-li panel barev umístit jinak, vyberte příslušnou možnost v seznamu Umístění.
- 6 Chcete-li změnit velikost panelu barev, vyberte vhodnou možnost změny velikosti a klepněte na tlačítko OK.

Nastavení panelu barev se používají pro jednotlivé výsledky samostatně.

Interpretace výsledků pevnostní analýzy

Po dokončení analýzy se zobrazí výsledky řešení. Pokud jste provedli pevnostní analýzu, zobrazí se sada výsledků Napětí Von Mises. Pokud je počáteční analýza analyza přirozené frekvence, zobrazí se sada výsledků pro první režim. Chcete-li zobrazit jinou sadu výsledků, poklepejte na ni v prohlížeči. Aktuální sada výsledků je v prohlížeči zaškrtnuta. Při zobrazování výsledků vždy uvidíte nedeformovaný drátový model součásti.

Interpretace kontur výsledků

Barvy kontur zobrazené ve výsledcích odpovídají rozsahům hodnot zobrazených v legendě. Ve většině případů jsou nejzajímavější výsledky zobrazeny červeně, buď proto, že představují nejvyšší zatížení nebo vysokou deformaci nebo nízký součinitel bezpečnosti. Každá sada výsledků poskytuje odlišné informace o účinku použitého zatížení na součásti.

Napětí Von Mises

Ve výsledcích napětí Von Mises jsou pomocí barevných kontur zobrazena napětí vypočítaná pro daný model během řešení. Zobrazí se deformovaný model. Barvy kontur odpovídají hodnotám určeným na panelu barev.

První hlavní napětí

První hlavní napětí udává hodnotu napětí kolmého k rovině, v níž je smykové napětí nulové. První hlavní napětí pomáhá pochopit maximální napětí v tahu vzniklé v součásti v důsledku podmínek zatížení.

Třetí hlavní napětí

Třetí hlavní napětí působí kolmo k rovině, v níž je smykové napětí nulové. S jeho pomocí lze porozumět maximálnímu napětí v tlaku vzniklému v součásti v důsledku podmínek zatížení.

Posunutí

Výsledky posunutí zobrazují deformovaný tvar modelu po řešení. Barevné kontury zobrazují velikost deformace vůči původnímu tvaru. Barvy kontur odpovídají hodnotám určeným na panelu barev.

Součinitel bezpečnosti

Součinitel bezpečnosti zobrazuje oblasti modelu, které pravděpodobně zatížení nevydrží. Barvy kontur odpovídají hodnotám určeným na panelu barev.

Frekvenční režimy



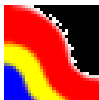
Můžete zobrazit vykreslení režimů pro počet přirozených frekvencí zadaný v řešení. Výsledky modální analýzy se zobrazí v prohlížeči v uzlu Výsledky. Poklepete-li na režim frekvence, zobrazí se tvar režimu. Barevné kontury zobrazují velikost deformace vůči původnímu tvaru. Jedná se o modální deformace, jejich velikost je relativní a nelze je považovat za skutečné deformace. Frekvence režimu je zobrazena v legendě. Je také dostupná jako parametr.



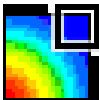





Animace výsledků


Pomocí nástroje Animovat posunutí můžete zobrazit součást v různých fázích deformace. Můžete také animovat zatížení, součinitel bezpečnosti a deformaci za určitých frekvencí.

Možnosti nastavení zobrazení výsledku

Při prohlížení výsledků můžete použít následující příkazy umístěné na panelech Výsledky a Zobrazení k úpravě vlastností zobrazení výsledků modelu.

	Příkaz	Používaný pro
	Jednotné měřítko	Uchovává stejné měřítko při prohlížení různých výsledků.
	Panel barev	Zobrazí dialog nastavení panelu barev, kde můžete upravit parametry zobrazení panelu barev.
	Vyhlazené stínování	Zobrazuje změny barev pomocí smíšeného přechodu.

	Příkaz	Používaný pro
	Stínování obrysů	Zobrazuje barevné změny pomocí přesného spojování barev.
	Bez stínování	Vypíná zobrazení stínovaných výsledků.
	Maximum	Zapíná a vypíná zobrazení bodu maximálního výsledku modelu.
	Minimum	Zapíná a vypíná zobrazení bodu minimálního výsledku modelu.
	Okrajová podmínka	Zapíná a vypíná zobrazení symbolů zatížení na součásti.
	Sonda	Aktivuje příkaz Sonda. Sondy umísťujete podle potřeby v oblastech zájmu, aby se zobrazily hodnoty napětí konkrétního bodu.
	Zobrazit popisky sond	Přepíná viditelnost popisů sondy.
	Měřítka posunutí	Zobrazuje předem nastavený seznam měřitek zvětšení posunutí. Vyberte měřítko, které odpovídá vašim potřebám.
	Pohled sítě	Zobrazuje síť prvků použitou při řešení spolu s konturami výsledku. Zobrazuje také síť přes nedeformovaný model.

Příkaz	Používaný pro
	Animovat posunutí Animuje posunutí pro současný typ výsledku, měřítko posunutí a progresivní výsledky napětí.

Pomocí rozevíracího seznamu měřítek posunutí můžete upravit zvětšení deformovaného tvaru. Chcete-li vidět deformaci v měřítku, vyberte možnost Aktuální. Jelikož jsou deformace často velmi malé, různé automatické možnosti zvýrazní měřítko tak, že bude deformace lépe viditelná.

Pomocí příkazů Zobrazení můžete nastavit styl stínování kontura, vyhlazené nebo žádné stínování. Při vypnutí kontur se zobrazí legenda.

Nastavení zobrazení se ukládá zvlášť pro každou sadu výsledků.

Úprava modelů a pevnostních analýz

4

Po provedení simulace modelu můžete vyhodnotit vliv změn modelu nebo podmínek analýzy na výsledky simulace.

V této kapitole jsou popsány možnosti změn podmínek simulace modelu a opětovného spuštění simulace.

Změna geometrie modelu

Po provedení analýzy modelu můžete změnit návrh tohoto modelu. Zopakujte analýzu, abyste viděli dopady těchto změn.

Úprava návrhu a opětovné spuštění analýzy

- 1 Přejděte do prohlížeče, klepněte pravým tlačítkem na součást nebo sestavu, kterou chcete upravit, a vyberte položku Otevřít.
Komponenta se otevře v dalším okně, kde můžete provádět změny. V dolní části okna poblíž stavového řádku se nachází karty jednotlivých otevřených dokumentů. Pro účely této diskuse se zaměříme na úpravu součástí.
- 2 Rozbalte v prohlížeči uzel prvku, který chcete upravit.
- 3 Vyberte v prohlížeči náčrt prvku, který chcete upravit, klepněte na něj pravým tlačítkem a vyberte možnost Zobrazit kóty. Kóty prvku se zobrazí nad modelem.
- 4 Poklepejte na kótu, kterou chcete změnit, zadejte do textového pole novou hodnotu a klepněte na zelené znaménko zaškrtnutí. Náčrt se aktualizuje.
- 5 Klepněte na příkaz pro aktualizaci modelu na panelu nástrojů Rychlý přístup.
- 6 Klepněte na kartu sestavy v dolní části okna. Komponenta byla aktualizována.

- 7 Některé části simulace mohou být nyní v důsledku provedené změny zastaralé. Chcete-li mít k dispozici aktuální data simulace, musíte tyto části aktualizovat. Pokud je aktualizace nezbytná, klepněte pravým tlačítkem na uzel Dotyky a vyberte položku Aktualizovat.
- 8 U všech oblastí, které to vyžadují, opakujte krok 7. Pak aktualizujte výsledky klepnutím na položku Simulovat.

Pokud se po aktualizaci simulace v důsledku změny geometrie určitý prvek přesunul, symboly zatížení, které jsou s ním asociovány, změni polohu. Směr zatížení se nezmění, i když se změni orientace konstrukčního prvku, ke kterému bylo přiřazeno.

Změna podmínek řešení

Po provedení analýzy modelu můžete změnit podmínky, za kterých byly získány výsledky. Zopakujte analýzu, abyste viděli dopady těchto změn. Můžete upravit nadefinované zatížení a vazby, přidat nová zatížení a vazby nebo odstranit zatížení a vazby. Chcete-li změnit podmínky simulace, přejděte (pokud jste tak dosud neučinili) do prostředí pevnostní analýzy.

Odstranění zatížení nebo vazby

- V prohlížeči klepněte pravým tlačítkem myši na zatížení nebo vazbu a z místní nabídky vyberte položku Odstranit.


Přidání zatížení nebo vazby

- Klepněte na kartu Pevnostní analýza, vyberte příslušný příkaz a postupujte stejně jako při vytváření počátečních zatížení a vazeb.

Úprava zatížení nebo vazby

- 1 V prohlížeči klepněte pravým tlačítkem na zatížení nebo vazbu a z místní nabídky vyberte položku Upravit.
Zobrazí se stejné dialogové okno, jaké jste použili při vytváření zatížení nebo vazby. Hodnoty uvedené v dialogu jsou aktuální hodnoty zatížení nebo vazby.
- 2 Klepnutím na šipku pro výběr na levé straně dialogu umožníte výběr prvků.
Již od začátku můžete vybírat pouze stejný typ prvků (plochy, hrany nebo vrcholy), který je aktuálně použit pro zatížení nebo vazbu.
Chcete-li odstranit některé aktuální prvky, podržte klávesu CTRL a klepněte na ně. Odstraní-li všechny vybrané prvky, můžete opět vybrat kterýkoliv z typů prvků.

- 3 Klepněte na šipku pro výběr směru a pomocí geometrie modelu určete změnu směru.

- 4 Bude-li to nutné, klepnutím na položku Obrátit směr  změňte směr na opačný.

- 5 Změňte požadované hodnoty spojené se zatížením nebo vazbou.

- 6 Klepnutím na tlačítko OK uložte změny.

Skrytí symbolu zatížení



- Na pásu karet klepněte na kartu Pevnostní analýza ➤ panel Zobrazení ➤ Okrajové podmínky. Symboly zatížení se skryjí.

Opětovné zobrazení symbolu zatížení

- Klepněte znovu na tlačítko pro zobrazení okrajových podmínek na kartě Pevnostní analýza. Opětovné zobrazení symbolů zatížení.

Dočasné zobrazení místa zatížení

- Umístěte kurzor na uzel Zatížení nebo Vazba v prohlížeči. Zvýrazní se asociovaná plocha, kde zatížení nebo vazba působí.

Změna typu analýzy

- 1 Klepněte pravým tlačítkem na simulaci v prohlížeči a vyberte položku Upravit vlastnosti simulace.
- 2 V dialogovém okně Vlastnosti simulace klepněte na kartu Typ simulace a vyberte typ nové analýzy.

Aktualizace výsledků pevnostní analýzy

Po změně některé z podmínek simulace nebo po úpravě geometrie součásti budou aktuální výsledky neplatné. Symbol blesku vedle uzlu výsledků označuje neplatný stav. Příkaz Aktualizovat se nachází v místní nabídce uzlu a je povolen.

Aktualizace výsledků pevnostní analýzy

- Klepněte pravým tlačítkem na uzel, který vyžaduje aktualizaci, a vyberte položku Aktualizovat.
Vygenerují se nové výsledky vycházející z upravených podmínek řešení.

Generování zpráv

5

Po provedení analýzy součásti nebo sestavy můžete vygenerovat zprávu se záznamem prostředí a výsledků analýzy.

V této kapitole se dozvíte, jak vygenerovat a interpretovat zprávu analýzy, jak ji uložit a distribuovat.

Spouštění zpráv

Po provedení simulace součásti nebo sestavy můžete uložit detaily analýzy pro budoucí použití. Pomocí příkazu Zpráva je možné uložit všechny podmínky a výsledky analýzy ve formátu HTML, který lze snadno zobrazovat a uchovávat.

Vytváření zprávy

- 1 Nastavte a spusťte analýzu součásti.
- 2 Nastavte orientaci pohledu v grafické oblasti tak, jak jej chcete zobrazit ve zprávě.
- 3 Přejděte na pás karet, klepněte na kartu Pevnostní analýza ► panel Zpráva ► Zpráva a vytvořte zprávu aktuální analýzy.
- 4 V dialogovém okně určete parametry zprávy. Zkontrolujte název zprávy, název souboru, umístění souboru, velikost obrázku, popsané vlastnosti atd. Zpráva vygeneruje řadu orientací obrázku podle stanovené orientace pohledu.
- 5 Po vytvoření se zpráva zobrazí v internetovém prohlížeči a bude uložena pro účely zobrazování a distribuce.

Výklad zpráv

Zpráva obsahuje informace týkající se modelu a projektu a výsledky simulace.

Informace o modelu

Informace o modelu zahrnují název modelu, verzi aplikace Inventor a datum vytvoření.

Informace o projektu

Informace o projektu zahrnují tyto položky:

- stručný přehled, který obsahuje vlastnost Autor,
- vlastnosti projektu, mezi něž patří číslo součásti, projektant, náklady a datum vytvoření,
- vlastnost Stav,
- fyzikální vlastnosti.

Simulace

Tato část simulace obsahuje podrobné údaje o podmínkách simulace.

Obecný cíl a nastavení

Tato část obsahuje:

- účel návrhu,
- typ simulace,
- datum poslední změny,
- nastavení položky Zjistit a odstranit režimy tuhého tělesa.

Upřesňující nastavení

Tato část obsahuje položky:

- průměrná velikost prvku,
- minimální velikost prvku,
- součinitel zemních těles,

- maximální úhel pootočení,
- vytvořit zakřivené prvky sítě (hodnota nastavení),
- ignorovat malou geometrii (hodnota).

Materiál:

- název materiálu,
- obecné vlastnosti,
- vlastnosti napětí,
- tepelné vlastnosti,
- názvy součástí (v případě zprávy sestavy).

Provozní podmínky:

- jednotlivé síly podle typu a velikosti včetně obrázků,
- jednotlivé vazby podle typu včetně obrázků.

Výsledky:

- reakční síla a moment ve vazbách,
- obrázky jednotlivých typů výsledků, jak se zobrazují v prohlížeči v části se zprávami.

Jako poslední je uvedena cesta k dokumentu.

Uložení a distribuce zpráv

Zpráva je generována jako sada souborů, které lze prohlížet v internetovém prohlížeči. Obsahuje hlavní stránku HTML, tabulky stylů, vygenerované obrázky a ostatní soubory uvedené v seznamu na konci zprávy.

Uložené zprávy

Ve výchozím nastavení jsou zprávy uloženy ve stejném umístění jako analyzovaný model. Obrázky zpráv jsou ukládány do adresáře s názvem Obrázky ve stejném umístění jako analyzovaný model.

Při pojmenování zprávy postupujte opatrně. Pokud jsou název a umístění stejné jako u předchozí zprávy, může dojít k přepsání souboru bez varování. Aby nedošlo k záměně, používejte pro jednotlivé verze zpráv odlišné názvy nebo předchozí zprávy odstraňujte.

Tisk zpráv

Pomocí příkazu webového prohlížeče Tisk můžete vytisknout zprávu stejným způsobem, jako kteroukoliv jinou webovou stránku.

Distribuce zpráv

Pokud chcete, aby byla vaše zpráva dostupná na webu, přesuňte všechny soubory asociované se zprávou na své webové stránky. Rozešlete adresu URL, která směřuje ke zprávě.

Správa souborů pevnostní analýzy

6

Po provedení pevnostní analýzy vytvoří aplikace Autodesk Inventor® Simulation samostatné soubory obsahující údaje pevnostní analýzy. Soubor součásti je upraven tak, aby vyznačoval přítomnost souborů napětí spolu s jejich názvy.

Tato kapitola vysvětluje, jak jsou tyto soubory na sobě vzájemně závislé a co dělat, když dojde k jejich rozdělení.

Vytváření a používání souborů analýzy

Po shromáždění veškerých informací pevnostní analýzy v aplikaci Autodesk Inventor Simulation dojde při uložení součásti nebo sestavy rovněž k uložení údajů pevnostní analýzy do souboru modelu. Informace o vstupech a výsledcích pevnostní analýzy, například o zatížení, vazbách a všech výsledcích, jsou také ukládány do samostatných souborů.

Soubory simulace se nacházejí ve vyhrazené složce, která má stejný název jako soubor modelu. Ve výchozím nastavení jsou pro všechny tyto soubory vytvářena propojení OLE. Změnou příslušné možnosti lze tato propojení vypnout.

Vysvětlení vztahů mezi soubory

Soubory simulace jsou pro daný model a simulaci jedinečné. Aplikace Inventor zachovává vztahy mezi soubory podle potřeby. Se soubory simulace není nutné pracovat mimo aplikaci Inventor, totéž platí i pro jejich úpravy.

Příkaz Uložit kopii jako zkopíruje všechny soubory simulace kromě dat sítě a výsledků. Ta je nutné pro kopírovaný model přepočítat.

Řešení chybějících souborů

Při práci s modelem mohou být v určitých situacích soubory simulace přemístěny nebo mohou chybět. Při prvním otevření souboru modelu se zobrazí dialogové okno Vyhodnotit připojení. Můžete přejít do umístění souborů simulace nebo tyto soubory ignorovat.

Pokud soubory vynecháte, prostředí simulace je může podle potřeby vypočítat znovu.

Dynamická simulace

Část 2 této příručky obsahuje úvodní informace o dynamické simulaci v aplikaci Autodesk Inventor® Simulation. Toto aplikační prostředí poskytuje nástroje k předpovídání dynamického chování a maximálních napětí před sestavením prototypů.

Začínáme pracovat se simulací

7

Simulace aplikace Autodesk Inventor® poskytuje nástroje k provádění simulací a analýz dynamických vlastností sestavy v pohybu za různých podmínek zatížení. Podmínky zatížení lze rovněž v libovolné fázi pohybu exportovat do pevnostní analýzy aplikace Autodesk Inventor Simulation a zobrazit způsob, jakým z konstrukčního hlediska součásti reagují na dynamické zatížení v rozsahu pohybu sestavy.

O aplikaci Autodesk Inventor Simulation

Prostředí dynamické simulace funguje pouze se soubory sestav (.iam) aplikace Autodesk Inventor®.

Pomocí dynamické simulace lze provádět tyto činnosti:

- automaticky převádět všechny vazby proti sobě a vkládat vazby do normalizovaných spojů pomocí softwaru,
- otevřít rozsáhlou knihovnu pohybových spojů,
- definovat vnější síly a momenty,
- vytvářet simulace pohybu kromě vnějšího zatížení i podle polohy, rychlosti, zrychlení a krouticího momentu jako funkce času ve spojích,
- znázorňovat 3D pohyb pomocí trasování,
- exportovat veškerý výstup v podobě grafů a tabulek do aplikace Microsoft® Excel®,
- převádět dynamické a statické spoje a setrvačné síly do pevnostní analýzy aplikace Autodesk Inventor Simulation nebo do aplikace ANSYS WorkBench,
- vypočítat sílu potřebnou k udržení dynamická simulace ve statické rovnováze,

- převést vazby sestavy na pohybové spoje,
- použít tření, útlum, tuhost a pružnost jako funkce času při definování spojů,
- použít dynamický pohyb součástí interaktivně pro aplikaci dynamické síly na spojenou simulaci,
- používat aplikaci Inventor Studio k vytváření realistických nebo popisných videozáznamů vaší simulace.

Základy aplikace Autodesk Inventor Simulation

Předpokládáme, že umíte pracovat s rozhraním a nástroji aplikace Autodesk Inventor Simulation. Pokud tomu tak není, použijte integrovaný systém nápovědy pro přístup k dokumentaci a výukovým programům online a projděte si cvičení v této příručce.

Minimálně byste měli znát následující:

- znalost práce se sestavou, modelování součástí, znalost prostředí náčrtu a prohlížečů,
- úpravy komponenty na místě.

Doporučujeme také znalost základů práce se systémy Microsoft® Windows® XP nebo Windows Vista® a znalost pojmů zatěžování a analýz návrhů mechanických sestav.

Používání nápovědy

Při práci budete pravděpodobně potřebovat další informace týkající se prováděné činnosti. Systém nápovědy nabízí podrobné koncepce, postupy a referenční informace o všech funkcích modulů aplikace Autodesk Inventor Simulation Simulation a také normalizovaných konstrukčních prvků aplikace Autodesk Inventor Simulation.

Systém nápovědy spustíte jedním z následujících způsobů:

- Klepněte na nabídku Nápověda ► a Témata nápovědy. Na kartě Obsah klepněte na položku Dynamická simulace.
- V libovolném dialogu klepněte na ikonu ?.

Funkce nástrojů simulace

Rozsáhlé a složité pohyblivé sestavy spolu se stovkami členěných pohyblivých součástí lze simulovat. Aplikace Autodesk Inventor Simulation nabízí:

- interaktivní, simultánní a asociativní znázornění 3D animací spolu s trajektoriemi, vektory rychlostí, zrychlení a sil, a deformovatelnými pružinami,
- nástroj k vytváření grafiky pro znázornění a dodatečné zpracování výstupních dat simulace.

Předpoklady simulace

Nástroje dynamické simulace v aplikaci Autodesk Inventor Simulation jsou neocenitelné při jednotlivých krocích návrhu a vývoje a při snižování počtu prototypů. V důsledku použití hypotézy poskytuje simulace pouze odhad chování, které lze pozorovat u skutečných mechanismů.

Výklad výsledků simulace

Některé výpočty mohou vést k nesprávné interpretaci výsledků nebo k neúplným modelům, které způsobují neobvyklé chování. V některých případech může být výpočet simulace neproveditelný. Chcete-li se takovým situacím vyhnout, nezapomínejte na pravidla platná pro tyto položky:

- relativní parametry,
- kontinuita zákonů,
- koherentní hmoty a setrvačnost.

Relativní parametry

Aplikace Autodesk Inventor Simulation používá relativní parametry. Například proměnné polohy, rychlosti a zrychlení nabízejí přímý popis pohybu podřazené součásti vzhledem k nadřazené součásti prostřednictvím stupně volnosti spoje (dof), který je propojuje. Proto je nutné volit počáteční rychlost a stupeň volnosti opatrně.

Koherentní hmoty a setrvačnost

Zkontrolujte, jestli je mechanismus dobře nastavený. Například hmotnost a setrvačnost mechanismu musí být ve stejné řádové velikosti. Nejčastější chybou je nesprávné definování hustoty nebo objemu součástí CAD.

Kontinuita pravidel

Číselné výpočty jsou citlivé na nespojitosti v použitých pravidlech. Pravidlo rychlosti tedy definuje skupinu lineárních ramp, zrychlení je nutně nespojité. Podobně je lepší se při použití dotykových spojů vyhnout profilu nebo obrysu s přímými hranami.

POZNÁMKA Použití malých zaoblení usnadní výpočet rozdělením hrany.

Simulace pohybu

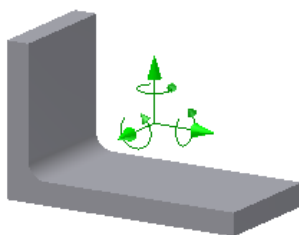
8

Účelem použití dynamické simulace nebo prostředí sestavy je sestavit funkční mechanismus. Dynamická simulace tomuto funkčnímu mechanismu dodává reálné dynamické vlivy a pomocí různých druhů zatížení vytváří skutečný kinematický řetěz.

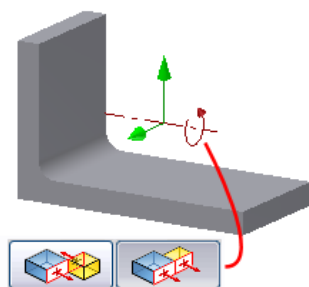
Princip stupňů volnosti

Ačkoli obě souvisí s tvorbou mechanismů, existují mezi dynamickou simulací a prostředím sestavy rozhodující rozdíly. Nejzákladnější a nejdůležitější rozdíl souvisí se stupni volnosti.

Podle výchozího nastavení mají komponenty v simulaci aplikace Autodesk Inventor® nulový stupeň volnosti. Uvolněné komponenty a komponenty bez vazeb mají v prostředí sestavy šest stupňů volnosti.



V prostředí sestavy omezujete stupně volnosti přidáváním vazeb.



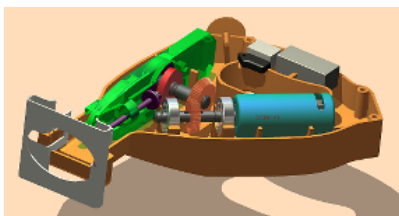
V prostředí dynamické simulace se také sestavením spojů vytvoří stupně volnosti.

Princip vazeb

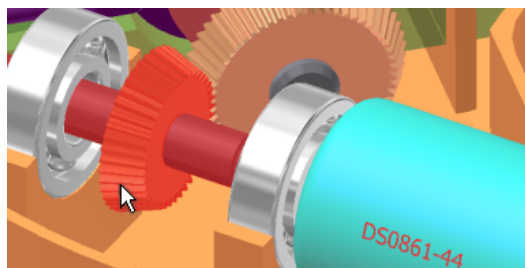
Standardně jsou některé vazby v sestavě při dynamické simulaci automaticky převedeny do spojů. Tím se ušetří značné množství práce při tvorbě spojů.

POZNÁMKA Aplikace Autodesk Inventor Simulation Simulation převádí vazby, které nějak souvisí se stupni volnosti, např. Vazba proti sobě nebo Vložka, ale nepřevádí vazby, které nějak souvisí s polohou jako např. Úhel.

Otevření souboru výukového programu



- 1 Jako aktivní projekt určete složku tutorial_files a otevřete soubor *Reciprocating Saw.iam*.
- 2 Použijte příkaz Uložit jako a přiřadte novému souboru název, například *RecipSaw-saved.iam*.
- 3 Chcete-li vidět, jak se sestava pohybuje, táhněte kuželové ozubené kolo na konci motoru. Ozubené kolo se otáčí, ale ostatní komponenty v kinematickém řetězci nikoli.



Protože budete pracovat na dalších cvičeních, ukládejte sestavu pravidelně.


Převést vazby sestavy

Sestava se pohybuje stejně, jako se pohybovala v prostředí sestavy. Zdá se to být v rozporu s předchozími vysvětleními, ale pohyb, který vidíte, je převzatý z prostředí sestavy. I když jste v prostředí aplikace Autodesk Inventor Simulation Simulation, ještě simulaci nepouštíte. Protože simulace není aktivní, sestava má možnost pohybu.

Spuštění prostředí dynamické simulace


- 1 Přejděte na pás karet a klepněte na kartu Systémové prostředí ➤ panel Začátek ➤ Dynamická simulace.

Tím aktivujete prostředí dynamické simulace. Zobrazí-li se dialog výukového programu, klepněte na možnost Ne.

- 2 V přehrávači simulace klepněte na tlačítko Spustit .

Prohlížeč dynamické simulace zešedne a pohyb jezdce ukazatele stavu na přehrávači simulace označuje, že simulace běží.

Protože jsme nevytvořili žádné spoje mezi motorem a sestavou (a neurčili jsme žádné hnací síly), sestava se nepohybuje.

- 3 Pokud se jezdec ukazatele stavu dosud pohybuje, klepněte na tlačítko Zastavit .

Ačkoliv simulace není spuštěná, její režim je stále aktivní. Prohlížeč má stále šedou barvu.

- 4 Pokuste se táhnout komponentu Kuželové ozubené kolo. Nepohybuje se.

- 5 Klepněte na tlačítko aktivace konstrukčního režimu na přehrávači simulace



Tím bude ukončen režim simulace a přejde se zpět do konstrukčního režimu dynamické simulace. V konstrukčním režimu lze vytvářet spoje a aplikovat zatížení.

Automatické převedení vazeb sestavy

- 1 Na pásu karet klepněte na kartu Dynamická simulace ➤ panel Správa ➤ Nastavení simulace.

Tento dialog obsahuje možnost Automaticky převést vazby na standardní spoje, která dokáže automaticky převést určité vazby sestavy na standardní spoje.

Když otevřete sestavu vytvořenou v aplikaci Autodesk Inventor Simulation 2010, vazby se ve výchozím nastavení automaticky převedou na spoje.

POZNÁMKA V sestavách vytvořených před vydáním aplikace Autodesk Inventor Simulation 2008 je možnost Automaticky převést vazby na standardní spoje ve výchozím nastavení vypnuta. Musíte přejít do nastavení dynamické simulace a tuto možnost zapnout.

- 2 V dialogu Nastavení dynamické simulace zrušte klepnutím zaškrtnutí políčka Automaticky převést vazby na standardní spoje. Věnujte pozornost varování, *všechny spoje budou po vypnutí této možnosti odstraněny*.
- 3 Klepněte na tlačítko OK a Použít. Všechny spoje byly odstraněny.
- 4 Možnost automatického převodu opět zapněte a opakujte postup. Spoje byly znovu vytvořeny.
- 5 Ve složce Standardní spoje si povšimněte standardních spojů, které program automaticky vytvořil.

V této sestavě jsou dvě kuželová ozubená kola a společně převádějí pohyb z motoru na mechanismus pohánějící ostří pily. Tento přenos pohybu přidáte tak, že doplníte valivý spoj.

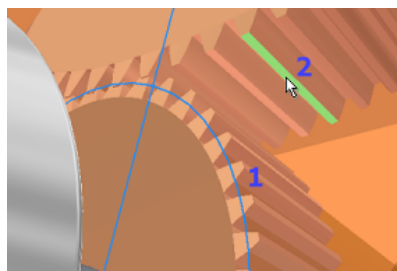
Přidání valivého spoje

- 1 V prohlížeči ve složce Pohyblivé skupiny rozbalte uzel Motor, čímž odkryjete komponentu Kuželové ozubené kolo.
- 2 Klepněte pravým tlačítkem myši na uzel Kuželové ozubené kolo a vyberte položku Upravit. Nacházíte se v režimu modelování součástí.

- 3 Klepněte pravým tlačítkem myši na uzel Srf1 a klepněte na položku Viditelnost. Zobrazí se konstrukční povrch kuželového ozubeného kola. Pomocí tohoto povrchu budeme definovat vztah ozubených kol.
- 4 Klepněte na položku Návrat na pravém konci pásu karet. Budete přesměrováni zpět do prostředí simulace.
- 5 Na pásu karet klepněte na kartu Dynamická simulace ► panel Spoj ► Vložit spoj



- 6 V rozevřicím seznamu vyberte položku Valivě: Kužel na kuželu.
- 7 Příkaz selektoru komponenty je aktivní a očekává vstup. Vyberte kružnici průměru stoupání na základně kuželovitého povrchu ozubeného kola (1).

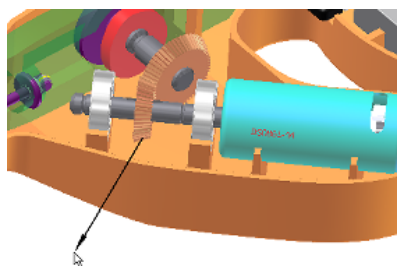


- 8 Selektor komponenty 2 je automaticky aktivní a očekává vstup. Na kuželovém ozubeném kole 2 vyberte kuželovitou plochu zubu. Nevybírejte evolventní plochu.

POZNÁMKA Je-li to nutné, rozbalte uzly prohlížeče Pohyblivé skupiny a Kliká vačky, aby se zobrazila komponenta ozubeného kola.

V prohlížeči byl do uzlu Standardní spoje přidán nový spoj.

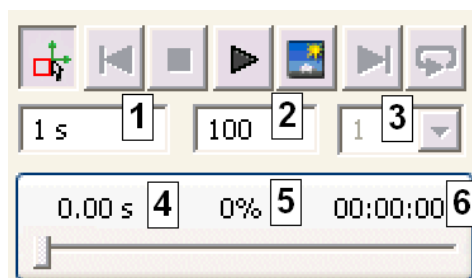
- 9 Klepněte na komponentu Kuželové ozubené kolo 1 a táhněte ji. Vidíte, že se nepohybuje jen kuželové ozubené kolo 2, ale celá sestava kliky vačky.



Spustit simulace

Přehrávač simulace obsahuje několik polí včetně:

- 1 konečného času,
- 2 obrázků,
- 3 filtru,
- 4 času simulace,
- 5 procenta uskutečněné simulace,
- 6 skutečného času výpočtu.



Panel simulace

Pole Konečný čas	Řídí celkový čas, který je k dispozici pro simulaci.
Pole Obrázky	Řídí počet rámečků obrázků, které jsou k dispozici pro simulaci.
Pole Filtr	Řídí krok zobrazování rámečků. Pokud je hodnota nastavena na 1, přehrají se všechny rámečky. Pokud je hodnota nastavena na 5, zobrazí se každý pátý rámeček atd. Toto pole lze upravit, pokud je režim simulace aktivní, ale simulace není spuštěná.
Hodnota času simulace	Zobrazuje trvání pohybu mechanismu tak, jak by jej prováděl fyzický model.
Procentuální hodnota	Zobrazuje dokončenou část simulace v procentech.
Hodnota skutečného času výpočtu	Zobrazuje skutečný čas, po který trvá simulace. Závisí na složitosti vašeho modelu a na výkonnosti vašeho počítače.

TIP Chcete-li během simulace vypnout obnovování obrazovky, klepněte na tlačítko Obnovení obrazovky. Simulace poběží, ale nebude graficky zobrazena.

Před spuštěním simulace proveďte následující úpravy.

Nastavení simulace

- 1 V přehrávači simulace zadejte do pole Konečný čas hodnotu 0,5 s.

TIP Názvy polí na přehrávači simulace naleznete v popiscích nástrojích.

- 2 Do pole Obrázky zadejte hodnotu 200. Zvýšením počtu obrázků se zpřesní výsledky viditelné v okně grafů.
- 3 Klepněte na možnost Spustit na panelu simulace.
Komponenta Motor se pohybuje a ostatní komponenty tvořící kinematický řetězec reagují.

POZNÁMKA Protože jsme ještě nezadali třecí ani tlumicí síly, mechanismus je bezztrátový. Mezi komponentami se automaticky nevytváří žádné tření.

- 4 Je-li simulace dosud spuštěna, klepněte na tlačítko Zastavit na panelu simulace.
- 5 Klepněte na tlačítko Aktivace konstrukčního režimu.

Jak vidíte, spuštění simulace nevyvolalo pohyb. Je tomu tak proto, že kinematický řetězec není úplný. V následující kapitole dokončíte konstrukci a umožníte pohyb.

Vytváření pohyblivých sestav

9

Abyste mohli simulovat dynamický pohyb v sestavě, bude nutné nadefinovat mechanické spoje mezi součástmi.

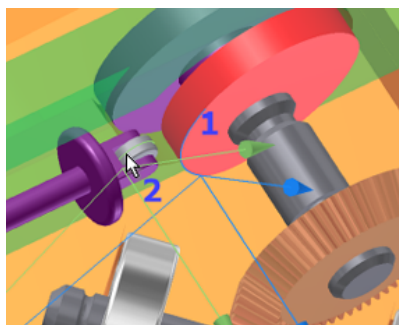
Tato kapitola uvádí základní postupy konstruování spojů.

Zachování stupňů volnosti

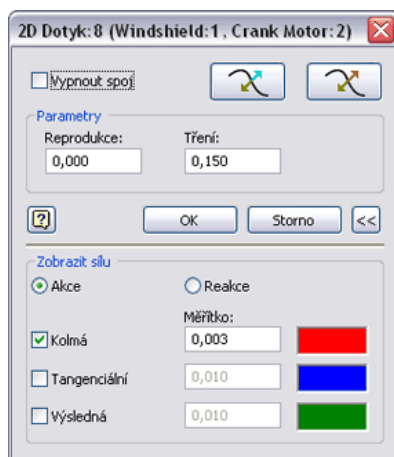
V některých případech je vhodné, aby se určité součásti pohybovaly jako tuhá tělesa a spoj není nutný. Pokud jde o pohyb těchto součástí, svařované těleso funguje jako podsestava pohybující se v řetězu vazeb v rámci nadřazené sestavy. Obdobně budou jindy komponenty tvořící svařovanou skupinu potřebovat stupně volnosti, aby se mohly v simulaci pohybovat. Tak je tomu v případě svařované skupiny v modelu Pila.

Vytvoření 2D dotyku

- 1 V prohlížeči rozbalte pohyblivé skupiny.
- 2 Klepněte pravým tlačítkem myši na váleček zdvihátka a klepněte na možnost Zachovat stupeň volnosti. To umožňuje válečku udržet si pohybové vlastnosti.
- 3 V grafické oblasti klepněte na zdvihátko a přetáhněte je ze sestavy kliky vačky.
- 4 Na pásu karet klepněte na kartu Dynamická simulace ➤ panel Spoj ➤ Vložit spoj a v seznamu vyberte položku 2D Dotyk.
- 5 Vyberte hranu profilu vačky (1).



- 6 Vyberte kruhový náčrt (2) na komponentě válečku.
- 7 Klepněte na tlačítko Použít. Jak vidíte, geometrie náčrtu může pomáhat při definici simulace.
- 8 Táhněte zdvihátko, dokud se váleček nedotkne vačky. Všimněte si, že do ní nevniká. 2D dotyk vytvořil mechanický vztah mezi dvěma komponentami.
- 9 Nastavte vlastnosti 2D dotyku a zobrazte silový vektor. V prohlížeči klepněte pravým tlačítkem myši na 2D dotkový spoj a vyberte položku Vlastnosti.

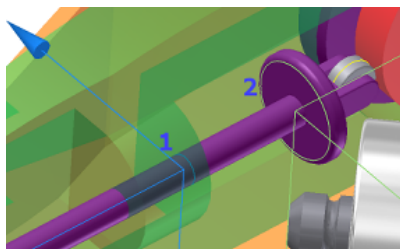


- 10 Nastavte hodnoty reprodukce na 0,0.
- 11 Rozbalte dialogové okno a přejděte do jeho dolní části. Zaškrtněte políčko Normální a položku Měřítka nastavte na hodnotu 0,003.

Přidání spojů

Zdvihátko je navrženo tak, aby se posouvalo částí komponenty Vedení. Pro přidržení válečku zdvihátka proti vačce bude nutné určit pružinu mezi komponentami Zdvihátko a Vedení. Pro tuto a jiné akce má dynamická simulace k dispozici spoj Pružina/Tlumič/Zvedák.

- 1 Na pásu karet klepněte na kartu Dynamická simulace ➤ panel Spoj ➤ Vložit spoj a v seznamu vyberte spoj Pružina/Tlumič/Zvedák.
- 2 Na komponentě Vedení vyberte profil díry, kde zdvihátko prochází vedením (1).
- 3 Vyberte profil hrany, kde se bude pružina dotýkat zdvihátka.



Výsledkem je pružinový spoj v prohlížeči a grafická reprezentace pružiny. Tuto reprezentaci je možné deformovat, obsahuje akční a reakční síly, nemá však hmotnost.



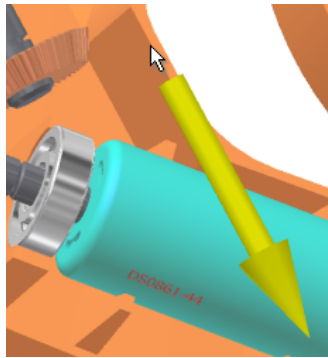
- 4 Přejděte do prohlížeče a ve složce Silové spoje klepněte pravým tlačítkem myši na pružinový spoj a vyberte položku Vlastnosti.
- 5 V hlavní části dialogového okna zadejte tyto hodnoty:
 - Tuhost = 2,500 N/mm,
 - Volná délka = 42 mm.Rozbalte dialogové okno a zadejte tyto hodnoty:

- Poloměr = 5,2 mm,
- Otáčky = 10,
- Poloměr drátu = 0,800 mm.

6 Klepněte na tlačítko OK. Vlastnosti pružiny a grafické zobrazení se aktualizují.

Definice gravitace

- 7 Přejděte do prohlížeče a ve složce Vnější zatížení klepněte pravým tlačítkem myši na položku Gravitace a pak klepněte na možnost Definujte gravitaci. Jinak můžete také poklepat na uzel Gravitace. Je-li to nutné, zrušte zaškrtnutí políčka Vypnout.
- 8 Vyberte hranu krytu, jak je znázorněno na následujícím obrázku, a zadejte vektor gravitace.



Klepněte na tlačítko OK.

Zavedení pohybu do spojů

Chcete-li simulovat chod pily, je nutné zavést pohyb. V tomto případě uplatňujeme pohyb u motoru, jak je tomu ve skutečném případě. Chcete-li zavést pohyb, musíte upravit vlastnosti spoje.

- 1 Přejděte do prohlížeče a ve složce Standardní spoje klepněte pravým tlačítkem myši na spoj Rotace:2 (Rozvržení pily:1. Motor:1) a klepněte na položku Vlastnosti.
- 2 Klepněte na kartu Stupeň volnosti 1 (R).



- 3 Klepněte na příkaz Upravit pohyb spoje a zaškrtněte políčko Povolit vynucený pohyb.
- 4 Ověřte, že je vybranou možností řízení položka Rychlost.
- 5 V políčku pro vstup klepnutím na šipku rozbalte možnosti volby vstupu a klepněte na možnost Konstantní hodnota. Zadejte hodnotu 10 000 deg/s.
- 6 Klepněte na tlačítko OK.

Spuštění simulací

Protože se jedná o simulaci vysokorychlostního zařízení, změňte její vlastnosti.

TIP Názvy polí na přehrávači simulace naleznete v popiscích nástrojích.

Nastavení možností simulace

- 1 Do pole Konečný čas na přehrávači simulace zadejte hodnotu 0,5 s, která pro předvádění mechanismu postačuje.

POZNÁMKA Software automaticky zvýší hodnotu v poli Obrázky proporcionálně vzhledem ke změně v poli Konečný čas. Stisknutím klávesy Tab přesunete kurzor z pole Konečný čas a můžete aktualizovat pole Obrázky.

- 2 Do pole Obrázky zadejte hodnotu 200. Zvýšením počtu obrázků se zpřesní výsledky, které vidíte v okně grafů.
- 3 Klepněte na tlačítko Spustit na přehrávači simulace.
Na pohon kuželového ozubeného kola komponentou Motor reagují ostatní součásti v kinematickém řetězci.
Směr gravitace nemá nic společného s jakýmkoli vnějším pojmem „nahore“ nebo „dole“, ale je nastavena podle vámi určeného vektoru.
Protože dosud nebyly zadány síly tření ani tlumení, mechanismus je bezztrátový. Bez ohledu na dobu běhu simulace nedochází mezi komponentami k žádnému tření.
- 4 Pokud simulace dosud běží, klepněte na tlačítko Zastavit na přehrávači simulace.

Konstrukce provozních podmínek

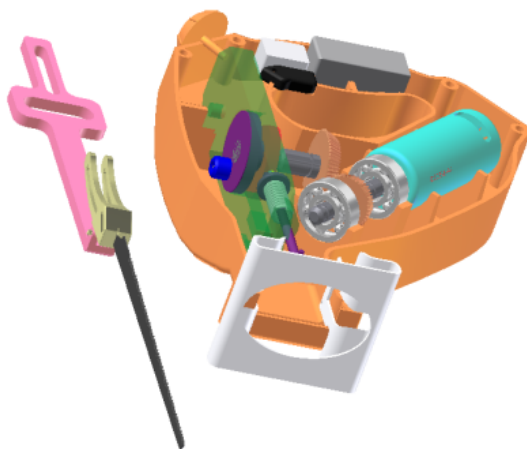
10

Tato kapitola ukazuje, jak dokončit definice pohybu, aby simulace odrážela provozní podmínky.

Dokončení sestavy

Pokud není otevřena sestava *RecipSaw-saved.iam*, budete muset před pokračováním otevřít soubor. Jak vidíte, ačkoli máme tělo pily, nemáme komponenty ostří. Pro přidání komponent ostří *není nutné* opustit prostředí sestavy.

- 1 Klepněte na kartu Sestavení a zobrazte pás karet sestavy.
- 2 Na panelu Komponenta klepněte na možnost Umístit komponentu. Vyberte soubor *Blade set.iam* a klepněte na tlačítko Otevřít.
- 3 Umístěte sestavu sady ostří blízko místa, kde bude sestavena.



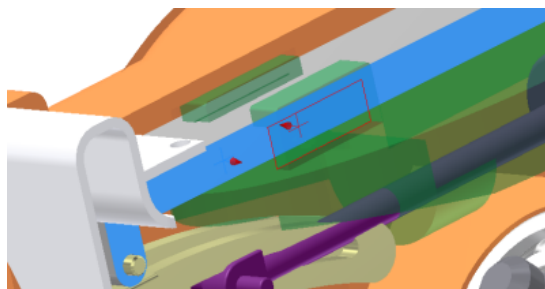
- 4 V prohlížeči rozbalte uzel sady sestavy a odkryjte komponenty.
- 5 Vyberte komponentu Scottish Yoke. Na panelu nástrojů rychlého přístupu změňte barvu na Chrom.

POZNÁMKA Obdržíte-li zprávu reprezentace zobrazení návrhu o asociativitě barvy, vyberte možnost Odstranit asociativitu a klepněte na tlačítko OK.

- 6 Mezi komponenty Scottish Yoke a Vedení přidejte vazbu proti sobě a tak umístěte třmen na vrchol vodítka.



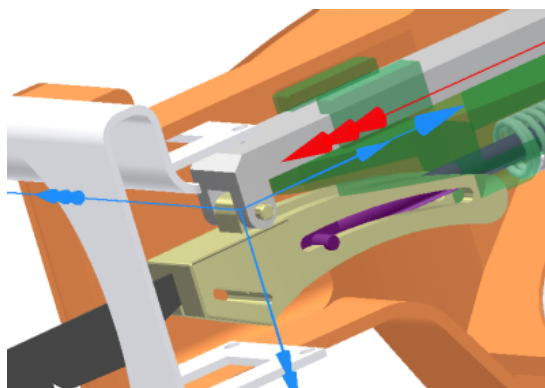
- 7 Přidejte druhou vazbu proti sobě mezi dvě komponenty a tak umístěte třmen do drah vodítka. V prohlížeči byl pod uzlem Standardní spoje vytvořen prizmatický spoj na základě přidání těchto komponent.




Přidání tření

Přidáním tření dokončete vztah třmen-vodítko

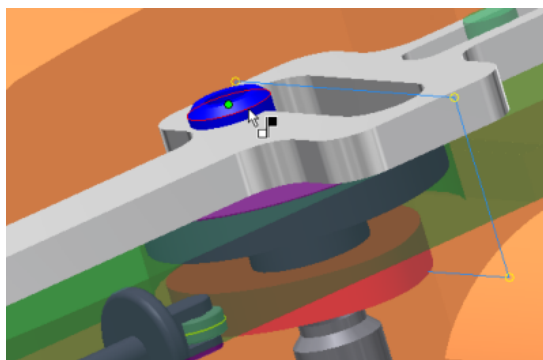
- 1 V prohlížeči klepněte pravým tlačítkem na položku *Blade set.iam* a klepněte na možnost Flexibilní. Nastavením sestavy jako flexibilní umístíte sestavu do složky svařované skupiny. V rámci sestavy jsou vazby vyhodnoceny a vazba mezi třmenem a ostřím způsobí přidání rotačního spoje.



- 2 Jak již bylo zmíněno, sestava zatím nemá žádné tření. Tento krok zavede do prizmatického spoje tření. Klepněte pravým tlačítkem na prizmatický spoj pro vodítko a komponentu Scottish Yoke a klepněte na možnost Vlastnosti.

- 3 Klepněte na kartu Stupeň volnosti 1. Klepněte na příkaz sil ve spoji . Klepněte na položku Povolit sílu ve spoji. Zadejte koeficient suchého tření 0,1 a klepněte na tlačítko OK.

- 4 Je třeba přidat vazbu, aby byla komponenta Scottish Yoke umístěna vzhledem k sestavě kliky. Nastavte zobrazení prohlížeče Model a rozbalte uzel *Blade set.iam*.
- 5 Rozbalte uzel Scottish Yoke a klepněte na příkaz Vazba.
- 6 V prohlížeči vyberte pracovní rovinu 3 pod komponentou Scottish Yoke.
- 7 V grafické oblasti vyberte kruhovou hranu komponenty Váleček, která je součástí sestavy Kliky vačky. Je přidán spoj bod-rovina odrážející vazbu.

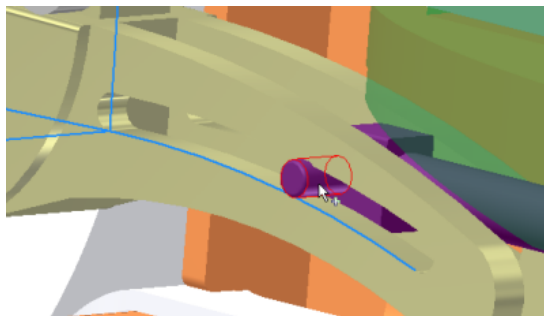


Výsledný spoj bod-rovina má pět stupňů volnosti a jednu vazbu. To je postačující definice pro přenos pohybu bez zbytečného zatěžování modelu vazbami. Dynamická simulace detekuje podmínky přílišného zatížení vazbami a pomáhá vám je řešit.

Přidání posuvného spoje

- 1 Další spoj, který budeme přidávat, je spoj mezi sadou ostří a zdvihátkem, aby se zdvihátko pohybovalo ve svěrci ostří.
Než vytvoříte spoj, zamkněte prizmatický spoj mezi komponentami Vodítko a Zdvihátko. Tak zabráníte pohybu souvisejících komponent a umožníte efektivnější práci výpočetního modulu.
Klepněte pravým tlačítkem na spoj Prizmatický:3 (Vodítko:1, Zdvihátko:1) a vyberte možnost Uzamknout stupně volnosti.
- 2 Na liště pásu karet klepnutím na kartu Dynamická simulace zobrazte příkazy simulace. Nyní přidáme posuvný spoj.
- 3 Na panelu Spoj klepněte na možnost Vložit spoj. Z rozvíracího seznamu vyberte položku Posuvné: Křivka válce. Pro vstup 1 zvolte profil zdířky svěráku ostří, na které se pohybuje zdvihátko.

- 4 Pro vstup 2 vyberte válcovou plochu zdvihátka, které se pohybuje ve zdírce. Klepněte na tlačítko OK.



- 5 Odemkněte prizmatický spoj.

Tím je dokončena kapitola o přidávání komponent a spojů do sestavy. V této kapitole jste se naučili:

- přidat komponenty sestavy, zatímco se nacházíte v prostředí simulace,
- přidat vazby sestavy a vidět, jak automaticky vytváří standardní spoje,
- přidáním spojů simulovat mechanické podmínky v rámci sestavy.

Rejstřík

A

aktualizace analýzy 32
analýza
 aktualizace 32
 opakované spuštění pro upravené návrhy 29
 typ, nastavení 31
 výsledky, interpretace 21, 24
 zprávy 33
analýza vibrační frekvence 20
analýzy
 dodatečné zpracování 9
 modální 20
 řešení 7
 síťování 8
 vibrační 10
analýzy frekvenčních rezonancí 20
analýzy pro dodatečné zpracování 9
ANSYS WorkBench 41

B

barvy kontur 24

C

cvičení, předpoklady 4

D

dialog Možnosti frekvence 20
dialogy
 Možnosti frekvence 20
 panel Simulace 50
dynamická simulace 41
 koherentní hmoty a setrvačnost 44
 kontinuita pravidel 44
 předpoklady 43
 relativní parametry 43
 výsledky 43

E

ekvivalentní napětí 9, 24

F

frekvenční režimy 10

G

geometrie modelu, úpravy 29
geometrie, úpravy 29

K

kinematické řetězce 45
koeficient bezpečnostních výsledků 10
koherentní hmoty a setrvačnost 44
kontinuita pravidel 44

M

modální analýza 20
modální analýzy 10, 20
možnosti výsledných frekvencí 20

N

napětí, ekvivalentní 9
nástroje, pevnostní analýza 13

O

okno nástrojů, Pevnostní analýza 13

P

panel barev 22

- panel Simulace 50
 - dialog 50
 - filtr 50
 - hodnota času simulace 50
 - konečný čas 50
 - obrázky 50
 - procentuální hodnota 50
 - reálný čas hodnot výpočtu 50
- pevnostní analýza
 - funkčnost 6
 - nástroje 5
 - předpoklady 7
 - prostředí 13
 - výsledky 24
- pracovní postupy
 - spuštění modální analýzy 20
- předběžné zpracování 7
- předpoklady pro cvičení 4
- příkaz Aktualizovat pevnostní analýzu 32
- příkaz Minimum 26
- příkaz Okrajová podmínka 26
- příkaz Viditelnost elementu 26
- příkaz Zpráva 33
- přirozené rezonanční frekvence 10
- prohlížeč, Pevnostní analýza 13

R

- relativní parametry 43
- režimy
 - frekvence 10
 - možnosti výsledků 20

Ř

- řešení
 - metody 7
 - opětovné spuštění 30

S

- sítě
 - tvorba 8
 - zobrazení 26

- soubory analýzy (.ipa)
 - oprava odpojených 38
- soubory, analýzy
 - opakovaná asociace 38
- spoje 55
- stupeň volnosti 45
- svařovaná tělesa 53
- symboly zatížení 30
 - zobrazení 26, 31
- systém nápovědy 42
- Systém nápovědy 4

T

- tuhá tělesa, vytváření 53

V

- vazby
 - odstranění, přidání a úpravy 30
 - převádění sestavy 48
 - sestava 47
 - zobrazení v prohlížeči 16
- von Misesovo napětí 9
- výsledky
 - aktualizace 32
 - analýzy zobrazení 21
 - animace 25
 - deformace 10
 - ekvivalentní napětí 9
 - koeficient bezpečnosti 10
 - možnosti frekvencí 20
 - možnosti zobrazení 25
 - pevnostní analýza, interpretace 24
 - rezonanční frekvence 25
 - vyhodnocení 9
- výsledky deformace 10
 - zobrazení 27
- výsledky deformací 24
- výsledky koeficientu bezpečnosti 10, 25
- výsledky rezonanční frekvence 25
- Výstupní aplikace pro tvorbu grafů 59

Z

zatížení

odstranění, přidání a úpravy 30

zobrazení v prohlížeči 16

zprávy

tisk a distribuce 36

uložení 33

