

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vliv doby síťování na mechanické vlastnosti arteficiální cévní náhrady z rybího kolagenu
Jméno autora:	Barbora Spurná
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky
Oponent práce:	Rudolf Žitný
Pracoviště oponenta práce:	Ústav procesní a zpracovatelské techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce B.Spurné zahrnovala provedení a vyhodnocení inflačně-extenzních testů alternativních cévních náhrad, de facto šlo o totéž jako u bakalářské práce A.Kafkové, jen místo bovinního byl testován rybí kolagen. Testy i následné zpracování získaných dat bylo extrémně časově náročné.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Všechny proponované činnosti byly provedeny. To, že z práce nevyplývají žádné zásadní závěry, není vinou diplomantky, ale omezeným počtem testovaných vzorků a velkou časovou náročností vyhodnocení.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Pro řešení přicházely v úvahu dvě varianty dynamického inflačního testu použité v předchozích bakalářských pracích K.Koči (přirozené pulzace) a A.Kafkové (nucená inflace). Byla zvolena varianta s inflací řízenou lineárním motorem a obrazovým zpracováním deformace, která je sice časově náročnější, ale tato metoda již byla vyzkoušena pro náhrady na bázi bovinního kolagenu. Bylo tudíž možné provést srovnání s téměř identickými vzorky pro bovinní a rybí kolagen.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce má ryze experimentální charakter (s víceméně pevně předepsaným postupem) a neobsahuje ani žádnou statistiku, dokonce ani statistiku geometrie testovaných vzorků. Nelze tudíž učinit žádné závěry o schopnostech diplomantky v oblasti matematiky, teorie a programování, či dokonce o její invenci. Pozitivně mohou hodnotit pouze schopnost porozumění náročné problematice a práci s literaturou. Za férové považuji i to, že se diplomantka nesnaží naměřená data „kosmeticky vylepšit“ a v práci jsem nenašel žádné významné chyby. Bohužel nebylo z časových důvodů provedeno zpracování naměřených dat i v oblasti odlehčování (takže žádné informace o hysterezi, Mullinsově efektu apod.). Celkem chápu, že víceméně manuální zpracování obrazových dat bod po bodu je nesmírně časově náročné a v celém rozsahu nerealizovatelné (alespoň v rámci bakalářské práce). Snad ale bylo možné alespoň zkusit vynést do grafu naměřené závislosti tlak – objem v opakujících se zatěžovacích i odlehčovacích cyklech.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je dobře čitelná, srozumitelná a s minimem gramatických chyb (až na drobnosti: Darcon, Data byly..., objem v milimetrech,... in vivo experimenty,...). Dost nepřehledný je seznam literatury. Nepříliš výstižné jsou popisy a rozmístění obrázků. Bylo by asi užitečné uvést do jediného obrázku (napětí – deformace) zprůměrněné výsledky pro bovinní a rybí	

kolagen. Rozsah práce je přiměřený (49 stran, 35 obrázků, 5 tabulek).

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Literatura obsahuje 41 citací, některé z těchto prací (10) jsou v angličtině. Norma ČSN připouští 3 metody citací: harvardský, číselný a poznámkový. V práci byl použit styl číselných odkazů, který je kratší, i když ne tak komfortní jako je styl harvardský. Pravidla normy byla respektována.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Přiznám se, že ještě před přečtením diplomové práce jsem toho o kolagenu věděl jen velmi málo. Po přečtení práce už nevím vůbec nic :-). Ani ne tak o kolagenu, ale o kolagenní hmotě a jejím složení. Co to vlastně je kolagenní hmota? Je to pórézní vláknitá struktura, tuhý roztok nebo suspenze? Jaké je její složení? Kolik je tam vody, glycerinu nebo reziduí glutaraldehydu? Lze zanedbat viskoelasticitu a stlačitelnost? Jaká je porozita a permeabilita kolagenní hmoty? Jak ovlivňuje výsledky tahové zkoušky předúprava vzorku ponořením do vody nebo fyziologického roztoku (hydratace, botnavost)? Jakou formu a jakou molekulární hmotnost mají makromolekuly rybího a bovinního kolagenu? Jaká je vazba mezi kolagenní hmotou a polyetylenem (tkaninou)? Jaký je podíl PE tkaniny na tuhosti kompozitní trubičky? Jaká byla koncentrace glutaraldehydu (předpokládám, že šlo o vodní roztok) a jaká byla jeho teplota při síťování? Jak vlastně bylo síťování provedeno (ponořením už finalizovaného tří vrstvého vzorku do roztoku)? A jak byl poté glutaraldehyd odstraněn? Jaká je difuzivita glutaraldehydu v kolagenní hmotě?

Chápu, že odpovědi na tyto otázky nemohla být diplomová práce, snad jen na základě provedené rešerše nebo informací od výrobce testovaných vzorků cévních náhrad. Patrně bylo možné v kardiovaskulární laboratoři získat alespoň orientační informace o koncentraci kolagenu (sušením?) a permeabilitě nebo viskoelasticitě (relaxace tlaku po zastavení pístu?), ale to by odpovídalo spíše diplomové než bakalářské práci. I když se práce zaměřila pouze na vliv tří faktorů: doby působení glutaraldehydu, rychlosti deformace, doby skladování, byl by potřebný počet experimentů řádově stovky a to je u použité experimentální metody z časových důvodů nerealistické. Nemám proti použité experimentální metodě žádné zásadní výhrady a jen doufám, že se v budoucnosti třeba podaří celý postup automatizovat a zpracovávat data na pozadí bez zásahu operátora. Při stávajícím časovém omezení bylo možné provést jen 18 testů (2 doby skladování x 3 rychlosti deformace x 3 doby expozice síťovacího činidla). A bez opakování, takže bez možnosti posouzení reprodukovatelnosti experimentů. Nepříjemné bylo i to, že evidentně nebylo možné si diktovat hodnoty sledovaných parametrů (doby skladování byly 3 a 3.5 měsíce, nemohly být testovány vzorky bez působení glutaraldehydu). Obávám se, že ze získaných 18 závislostí napětí – deformace nelze vyvodit žádné průkazné závěry nebo stanovit trendy (například u devíti experimentů zaměřených na vliv doby skladování byla shledána tuhost čerstvějších vzorků vyšší než tuhost těch starších u čtyř vzorků, u dvou vzorků to bylo téměř stejné, a u tří zase obráceně). Co se mi zdá poměrně průkazné je to, že poddajnost náhrad na bázi rybího kolagenu je o něco vyšší než u bovinního kolagenu (i když rozhodně ne o řád, při 100 kPa je deformace u rybího kolagenu 2 až 3 %, zatímco u bovinního cca 1 %). Stále je to však prakticky o řád méně než poddajnost "vzorové" cévy VSM (cca 27 % při 100 kPa).

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Práce se dobře čte, nenašel jsem žádné zásadní chyby, naměřená a vyhodnocená data jsou platná. Vzhledem k okolnostem (dostupnost vzorků, časová náročnost) se asi nedalo dělat víc.

Otázky k obhajobě:

- 1) Proč je žádoucí vytvoření dalších příčných vazeb (cross link), například expozicí glutaraldehydu nebo ozařováním, když mají náhradní cévy téměř o řád vyšší tuhost než „vzorové“ cévy (VSM)?
- 2) Proč jsou při inflační zkoušce vystaveny vzorky i podtlakem cca 10 kPa (rozsah zatížení je od -10 do 50 kPa)? Jak se tento podtlak projeví ve výsledných grafech deformace – napětí?
- 3) Testovaná VSM se při tlakování v axiálním směru prodlužuje, zatímco kompozitní cévy (ať již na bázi bovinního nebo rybího kolagenu) se zkracují. Proč?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 19.6.2018

Podpis: