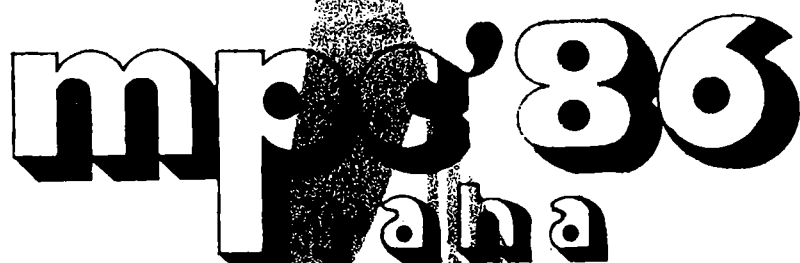


**Československá akademie věd**

**Ústav teoretické a aplikované mechaniky  
Československá společnost pro mechaniku  
odborná skupina**

**Mechanika složených materiálů a soustav**



**mpa'86**  
**ana**

**Czechoslovak Academy of Sciences**

**Institute of Theoretical and Applied Mechanics**

**Czechoslovak Association for Mechanics**

**Working Group**

**for Mechanics of Composite Materials and Systems**

V posledních letech jsme svědky takřka exploze vědeckých setkání i jiných forem výměny informací, věnovaných kompozitům. I když nemůžeme vyloučit i jistou míru módnosti, svědčí to nesporně o bouřlivém rozvoji tohoto nového vědního oboru. Jeho význam ve vývoji lidstva je stejně převratný, jako byl v historii přechod o nástrojů poskytovaných přírodou k uměle a záměrně vytvářeným a specializovaným nástrojům. Možnost tvorby vysoce specializovaných materiálů v prakticky neomezeném počtu variant osvoboduje člověka od zatímní závislosti na materiálovém diktátu, kterému konstrukce strojů a zařízení musela být podřízena.

Tak jako již mnohdy v dějinách, předbíhá i využívání kompozitů jejich poznání. Převratný smysl kompozitů dosud uniká dokonce nejen většině techniků a řídicích pracovníků, ale v řadě případů i materiálovým vědcům. Někteří se domnívají, že kompozitní materiál je jen jiný, nový a módní název pro heterogenní materiály, které přece již dávno známe a používáme. Jiní postrádají prostě jakoukoliv představu o významu kompozitního působení a tento výraz používají zcela libovolně. Ještě jiní omezují jejich význam na některé konkrétní systémy, kterými se právě oni zabývají. Nic z toho není správné. Kompozitní materiály jsou takové složené materiálové systémy, které přinášejí synergickým působením složek a jejich struktur nové vlastnosti, kterými nevyniká ani jedna z přítomných složek nebo struktur a ani je neposkytuje jejich prostý součet.

Je sice pravda, že již dlouho používáme různé kompozitní materiály; ty však byly převážně vytvořeny díky technické intuici a profesionální erudici předních techniků /a často řemeslníků/ spíše náhodou anebo zkusnou metodou. Je též pravda, že převážnou většinu funkcí, které jsou schopné zajistit kompozity, můžeme dnes zajistit jinými, tradičními materiály. To, co představuje vůdčí myšlenku nových materiálových koncepcí, je možnost vytvořit v neomezené rozmanitosti potřebné materiály s nižším energetickým a surovinovým vkladem, s větší specifickou účinností. Tak rozvoj kompozitů přichází právě včas, aby přibrzdil nebo zabránil vyčerpávání surovinových zdrojů Země, ke kterému by nezbytně při dosavadní materiálové politice lidstva muselo v historicky krátkém období dojít.

Nejednou již bylo řečeno, že člověk se konečně učí využívat hmoty stejně ekonomicky, jako to činí příroda. V přírodě jen těžko lze nalézt konstrukci, která by byla vytvořena z jiného než kompozitního materiálu; přitom se záměrně využívají specifické vlastnosti jak tuhých, tak tekutých látek.

To, co je tedy nové v materiálovém přístupu k řešení problémů dneška, je zkoumání zákonitostí tvorby složených materiálů, zákonitostí synergie a zákonitostí umožňujících podle vstupních parametrů předvídat vlastnosti systému. Teprve poznání všech těchto zákonitostí umožní cíleně pro daný účel, pro danou konstrukci, materiály navrhovat a vloženou hmotu optimálně využívat.

Československá škola výzkumu kompozitních materiálů, vědoma si významu tohoto oboru a poučena z historie, staví především na široké syntéze dosažených analytických poznatků. Tím nechce popírat význam další analytické činnosti. Naopak. Je třeba ještě mnoha hlubokých analytických prací, než je bude možno vzájemně plně skloubit a využít. Avšak syntéza dosavadních znalostí umožní lépe odhalit dosud ještě skryté a neznámé oblasti, vyžadující největší úsilí, aby mozaika poznatků poskytla globální obraz. Bylo například nade vše pochyby prokázáno, že podle strukturního uspořádání existují tři základní druhy kompozitů, u nichž o vlastnostech rozhodují zcela rozdílné mechanismy. Bez rozlišování jednotlivých druhů mohou analytické výsledky vést k různým, i protichůdným závěrům a jejich zobecnění k mylným představám. Byla dále například prokázána výjimečná úloha synergických efektů u dvoustrukturních /nebo i vícestrukturních/ systémů, umožňující řídit vliv hybridizace. Byla rozpoznána úloha různých mechanismů mikropřetváření a mikroporušování na časový, napěťový i teplotní průběh různých vlastností partikulárních kompozitů I. typu. Tyto a další výsledky popsané nebo zmíněné v souhrnných referátech jednotlivých pracovníků, zodpovědných za řešení některé části komplexního programu základního výzkumu polymerních kompozitů v ČSSR, naznačují současnou úroveň našich poznatků i představy o dalším zaměření činnosti.

Toto sympozium kromě této obecné seznamovací úlohy položilo důraz na otázky a problémy, které ve smyslu výše naznačené koncepce jsou pro další vývoj oboru zásadní nebo rozhodující. Byli požádáni někteří přední světoví specialisté o předložení svého názoru a očekávány další příspěvky specializovaných vědců. Tento sborník, v němž většina vystoupení a příspěvků je soustředěna, skýtá nesporně řadu nových a cenných impulzů i konkrétních řešení. Nicméně řada navržených problémů, jako parametrizace synergického působení kompozitů, synergie účinků, strukturní a mezifázové aspekty přetvárnosti a pevnosti kompozitů, životnost a ekonomické hodnocení, zůstala na okraji nebo nebyla pojednána vůbec. Svědčí to zřejmě o tom, že tyto problémy jsou zatím příliš nové, nezralé a nepodložené dostatkem analytických výsledků. Současně je to i impulzem, aby právě tyto oblasti byly předmětem našeho zvýšeného zájmu v budoucí práci.

Chtěl bych poděkovat všem aktivním účastníkům symposia za jejich cenné příspěvky; zvláštní poděkování si zaslouží autoři pozvaných referátů, kteří se snažili, přestože jde o osoby vesměs enormně pracovní zátížené, podat vyčerpávající výklad zvoleného problému. Konečně patří dík vedoucím pracovníkům československého základního výzkumu, kteří ve svých přehledových referátech výstižně charakterizovali výsledky výzkumné činnosti v minulém pětiletém období v oblastech, za které jsou zodpovědní.

Richard A. Bareš

In recent years we have been witnessing almost an explosion of scientific meetings and other forms of information exchange concerned with composites. Although we cannot eliminate a certain element of "fashionability" of these materials, the number of these events testifies indubitably to a stormy development of this new branch of science. Its significance in the history of mankind is equally revolutionary as man's transition from instruments afforded by Nature to man-made, intentionally designed and specialized instruments. The possibility of formulation of highly specialized materials in practically unlimited number of variants frees man from his centemporary dependence on the dictate of materials to which the design of machines and structures had to be subordinated.

As it has been often the case in history also the use of composites runs ahead of their thorough knowledge. The revolutionary character of composites has not been grasped not only by the majority of engineers and managers, but also in a number of cases by material scientists. Some of them believe that "composite material" is only a different, new and fashionable name for heterogeneous materials which we have known and been using for ages. Others simply have no idea about the significance of composite behaviour and use the term quite arbitrarily. Still others limit their meaning to some concrete materials which form the object of their own interest. None of them is right. The composite materials are such complex material systems which have, due to the synergic effect of their components and their structures, new properties which are not characteristic of any of their components or structures and do not result from their simple sum, either.

It is true that we have been using various composite materials for a long time; these materials, however, have been devised thanks to technical intuition and professional erudition of outstanding engineers and technicians /and often craftsmen/ rather by chance or by trial and error. It is also true that the prevailing majority of functions which can be ensured by composites, can be equally ensured by other, conventional materials. What represents the idea of new material conceptions is, however, the possibility of formulating, in unlimited variety, the necessary materials with lower energy and raw material requirements and a higher specific efficiency. This development of composites has arrived just on time to retard or prevent the depletion of the raw material resources of the Earth which would necessarily take place, due to the continuation of the present-day material policy of mankind, within a historically very short period.

It has been already said more than once that man is finally learning to use matter with similar economy as Nature. In Nature you can hardly find a structure which would be made of other than composite material; at the same time it is possible to observe the utilization of specific properties of both solids and fluids.

What is new in the material approach to the solution of present day problems is the investigation of the laws of the formulation of composite materials, the laws of synergy, and the laws enabling the prediction of the characteristics of

the resulting system from input parameters. Only the knowledge of all these laws will enable a purposive design of materials for the given purpose, for the given structure, and an optimum utilization of the matter used in this process.

The Czechoslovak school of composite research, well aware of the significance of this branch of science and learning from history, is based primarily on an extensive synthesis of the wealth of analytical knowledge attained so far. It does not intend to deny the importance of further analytical research. On the contrary: it is necessary to perform still a great number of analytical works before it is possible to make their full synthesis and utilization. However, a synthesis of the knowledge attained so far will enable a better discovery of so far concealed and unknown regions necessitating maximum endeavour for the mosaic of detailed knowledge to form a comprehensive picture. It has been proved beyond doubt, for instance, that according to their structural arrangement there are three types of composites, the properties of which are decided by entirely different mechanisms. Without distinguishing the individual types the analytical results can lead to different, even contradictory conclusions, and their generalization to erroneous conceptions.

Further it has been proved, for instance, that synergic effects play a role of extraordinary importance in the case of two-component /or even multicomponent/ system, enabling the control of the effect of hybridization. The role of various microdeformation and microfailure mechanisms on the time, stress and thermal course of various properties of particular composites of the 1st type has been identified. These and other results, described or mentioned in the reports of the individual scientists responsible for the solution of some part of the program of scientific research of polymer composites in Czechoslovakia characterize the contemporary state of our knowledge as well as our ideas about the further direction of our research.

Apart from this generally informative role this symposium has accentuated the problems which are of fundamental or decisive importance for the further development of this branch of science as outlined above. We have also asked some foremost world specialists in this field to present their ideas and expect further contributions by other specialized scientists. This book, which presents the majority of reports and contributions to the Symposium, provides indubitably a number of new and valuable ideas and concrete solutions. Nevertheless, a number of problems proposed for discussion, such as the parametrization of synergic effect of composites, synergy of effects, structural and interphase aspects of composite deformability and strength, life expectancy and economic assessment, etc. has been treated only marginally or not at all. This state testifies obviously to the fact that these problems are still too new, unripe for solution due to the shortage of analytical data. At the same time it also suggests that these very fields should become the centre of our interest in our future work.

I should like to thank all active participants in the Symposium for their valuable contributions. Special thanks are due to the authors of invited papers who have endeavoured, in spite of their enormous workload, to give an exhaustive presentation of the given problems. Thanks are finally due also to the senior research workers of Czechoslovak scientific research who have endeavoured to characterize in their papers the results of Czechoslovak research in the past five years' period in the fields for which they are responsible.

Richard A. Bareš