

Национальная академия наук Беларуси  
Министерство образования Республики Беларусь  
Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь  
Межгосударственный координационный совет по физике прочности и пластичности материалов  
Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований  
Витебский областной исполнительный комитет  
ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси»

# **Перспективные материалы и технологии**

*(к 75-летию академика В.В. Клубовича)*

Витебск, Беларусь  
2008

## Введение

Академик Владимир Владимирович Клубович – крупный специалист в области ультразвуковой обработки металлов и сплавов. Во всем мире известны его работы по теоретическому и экспериментальному исследованию влияния ультразвука на физико-механические свойства твердых тел в зависимости от интенсивности ультразвуковых колебаний и величины статической нагрузки. Им впервые теоретически рассчитаны акустически замкнутые системы для обработки материалов, создана теория упругопластического деформирования материалов при воздействии ультразвука.

В.В. Клубович существенно расширил сферу практических применений ультразвука, предложил ряд новых эффективных процессов получения и обработки материалов под действием ультразвука, в том числе, формирования режущей кромки хирургических скальпелей и других режущих инструментов, сварки пластмассовых изделий, упрочнения и очистки поверхностей различных типов деталей.

В.В. Клубовичу свойственно умелое сочетание глубоких теоретических исследований и решение важных практических задач. Целый ряд разработок, выполненных при непосредственном участии и под его руководством, внедрены на предприятиях Беларуси и стран СНГ, что дало значительный экономический эффект.

Коллеги, друзья и ученики Владимира Владимировича активно отозвались на предложение участвовать в подготовке данной монографии, приуроченной к его 75-летию. Любезно предоставленный ими материал оформлен в виде глав книги, в которой представлены, несомненно, современные достижения в области перспективных материалов и технологий:

- Heat and mass transfer under nonequilibrium conditions and it's for new technologies;
- Проблемы развития электронно-лучевой обработки материалов;
- Совмещение технологических воздействий при электрофизической обработке;
- Неразрушающий контроль – неотъемлемый элемент технологии перспективных материалов (физические аспекты. Теоретические основы. Образование. Сертификация);
- Трибология в XXI веке – новые задачи;
- Электротермическая обработка стальной проволоки в ультразвуковом поле;
- Теплофизические основы формирования отливок при непрерывном литье в роторные кристаллизаторы;
- Эволюция микроскопических трещин и пор в твердых телах;

- Теоретические основы и технологии получения защитных покрытий из диффузионно-легированных сплавов;
- Энергоэффективные технологии в производстве поликристаллического кремния для солнечной энергетики;
- Станы периодической прокатки;
- Исследование и разработка скоростных методов термообработки высокопрочных сталей и создание на их основе функционально-градиентных материалов»;
- Структура и физико-механические свойства материалов, модифицированных концентрированными ионными потоками;
- Прогнозирование долговечности зубчато-ременных передач;
- Экспериментальное исследование эффективности работы ультразвуковых установок технологического назначения;
- Динамика формообразования листовых заготовок ударным нагружением;
- Аналитические выражения для тензора превращений в модели термомеханического поведения сплавов с памятью формы;
- Тепловые поля и температурные напряжения в полупроводниковой керамике на основе титаната бария;
- Многочастотное лазерное зондирование продуктов сжигания углеводородных топлив;
- Защитные покрытия. Материалы и технологии;
- A diagram of phase and structure formation mechanisms for self-propagating high-temperature synthesis of NiAl:

Все участники творческого коллектива сделали достойный вклад в данную монографию: Абрамов В.О. (гл.15), Абрамова А.В. (гл.15), Аршинов К.И. (гл.19), Барановский Э.Ф. (гл.7), Баханович А.Г. (гл. 14), Белый А.В. (гл.13), Бетехтин В.И. (гл.8), Бородуля В.А. (гл. 10), Вегера И.И. (гл.12), Виноградов Л.М. (гл.10), Гордиенко А.И. (гл.2, 3, 12), Жданок С.А. (гл.1), Журавский А.Ю. (гл.16), Здор Г.Н. (гл.16), Ивашко В.В. (гл.12), Кадомцев А.Г. (гл. 8), Клубович В.В. (гл.6, 11), Кожуро Л.М. (гл.3), Константинов В.М. (гл.9), Кукареко В.А. (гл.13), Марукович Е.И. (гл. 7), Муллакаев М.С. (гл.15), Мышкин В.К. (гл.5), Пумпур В.А. (гл.7), Пантелеенко Ф.И. (гл.9), Петраковский В.С. (гл.16), Поболь И.Л. (гл.2), Прохоренко П.П. (гл.4), Пряхин С.С. (гл.17), Рабинович О.С. (гл.10), Рубаник В.В. (гл.6), Рубаник В.В. (мл) (гл.17), Свириденко А.И. (гл. 5), Скойбеда А.Т. (гл. 14), Ткачук Д.В. (гл.5), Томило В.А. (гл.11), Хамчуков Ю.Д. (гл. 20), Хейфец М.Л. (гл.3), Хина Б.Б. (гл.21), Царенко Ю.В. (гл.6), Шут В.Н. (гл.18).

## Содержание

Введение .....	3
Глава 1. Heat and mass transfer under nonequilibrium conditions and it's for new technologies	5
Глава 2. Проблемы развития электронно-лучевой обработки материалов	17
Глава 3. Совмещение технологических воздействий при электрофизической обработке	49
Глава 4. Неразрушающий контроль – неотъемлемый элемент технологии перспективных материалов (физические аспекты. Теоретические основы. Образование. Сертификация)	79
Глава 5. Трибология в XXI веке – новые задачи	105
Глава 6. Электротермическая обработка стальной проволоки в ультразвуковом поле	119
Глава 7. Теплофизические основы формирования отливок при непрерывном литье в роторные кристаллизаторы	143
Глава 8. Эволюция микроскопических трещин и пор в твердых телах	171
Глава 9. Теоретические основы и технологии получения защитных покрытий из диффузионно-легированных сплавов	187
Глава 10. Энергоэффективные технологии в производстве поликристаллического кремния для солнечной энергетики	215
Глава 11. Станы периодической прокатки	231
Глава 12. Исследование и разработка скоростных методов термообработки высокопрочных сталей и создание на их основе функционально-градиентных материалов»	253
Глава 13. Структура и физико-механические свойства материалов, модифицированных концентрированными ионными потоками	287
Глава 14. Прогнозирование долговечности зубчато-ременных	

передач	307
Глава 15. Экспериментальное исследование эффективности работы ультразвуковых установок технологического назначения	327
Глава 16. Динамика формообразования листовых заготовок ударным нагружением	351
Глава 17. Аналитические выражения для тензора превращений в модели термомеханического поведения сплавов с памятью формы	369
Глава 18. Тепловые поля и температурные напряжения в полупроводниковой керамике на основе титаната бария	397
Глава 19. Многочастотное лазерное зондирование продуктов сжигания углеводородных топлив	433
Глава 20. Защитные покрытия. Материалы и технологии	457
Глава 21. A diagram of phase and structure formation mechanisms for self-propagating high-temperature synthesis of NiAl	483
Владимир Владимирович Клубович	503
Оглавление	508