



## SYNTHÈSE DES MACRO-, MICRO- ET NANOTECHNOLOGIES DANS DES CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

**Mikhailov A.N.** (*Université Nationale Technique de  
Donetsk, Donetsk, Ukraine*)  
Tel./Fax +38 062 3050104,  
E-mail: [tm@mech.dgtu.donetsk.ua](mailto:tm@mech.dgtu.donetsk.ua)

**Resumé:** *On a considéré les problèmes de la création des technologies spéciales des constructions mécaniques. Le processus de la création de ces technologies est basé sur l'ensemble des principes de la synthèse des technologies fonctionnellement orientées, aussi bien que des principes de la synthèse des macro-, micro- et nanotechnologies. Cet ensemble permet de créer effectivement des produits mécaniques des macro-, micro- et nanomatériaux.*

**Mots-clés:** *technologie des constructions mécaniques, technologies fonctionnellement orientées, technologies combinées et hybrides, macro-, micro- et nanotechnologies.*

Pour améliorer la qualité et les capacités d'exploitation des systèmes techniques de divers domaines de l'ingénierie, on fabrique les composants de différents matériaux. Le plus couramment pour les éléments de machines on utilise les matériaux polycristallins de structure à gros grain ou à grain fin. Afin d'assurer les propriétés non-traditionnels des produits on utilise de plus en plus couramment les matériaux avec la taille des particules (des grains) situées conditionnellement en haut ou en bas de la zone [1, 2] de l'échelle de grains cristallins [3]. Du point de vue de la théorie des structures ces zones peuvent appartenir aux limites supérieure et inférieure des variantes structurales des matériaux qui sont déterminés par la taille des particules (des grains)  $D$ . La limite supérieure appartient au matériau monocristallin et la limite inférieure - au matériau ultramicrogranulé. C'est dans ces domaines on détermine les nouvelles propriétés non-traditionnels des matériaux et des produits fabriqués à la base de ces matériaux. Entre ces deux limites le matériau polycristallin a les différentes propriétés transitoires déterminées par la composition, la structure, la dispersion et le type de liaison des différents grains.

Actuellement dans l'ingénierie on utilise de plus en plus couramment les matériaux ultramicrogranulés qui s'appellent nanomatériaux. C'est parce que les propriétés générales du matériau se changent essentiellement avec la diminution de la taille des particules, des cristallites ou des grains en dessous de la valeur de seuil (dans la limite inférieure). Les propriétés des nanomatériaux avec les éléments ou les grains de taille à la limite inférieure deviennent non-traditionnelles et sont déterminées évidemment par la composition, la structure, la dispersion et les liaisons des éléments ou des grains. Les matériaux polycristallins ultramicrogranulés de granulométrie moyenne (inférieure à 40 nm) est considérée comme nanocristallines [1]. Les nanomatériaux on commence utiliser couramment dans l'industrie aéronautique, dans la production de dispositifs microélectroniques, pour la synthèse de revêtements multicouches etc.

On peut noter qu'actuellement les nombreuses méthodes différentes sont développées pour obtenir les macro-, micro- et nanomatériaux, aussi leurs propriétés sont profondément étudiées. Cependant, l'analyse de l'état actuel des particularités de la création des macro-, micro-, nanotechnologies montre qu'on n'a qu'élaboré les méthodes spécifiques pour obtenir ces matériaux et il n'y a pas des recommandations universelles pour leur création. Aussi il n'y a pas de données pour créer le produit avec les propriétés d'éléments qui changent dans l'espace et/ou dans le temps, par exemple en fonction des caractéristiques de son

fonctionnement dans le système technologique. Dans ce cas, il est possible de créer un matériau dont la taille de cristaux varie, avec une combinaison variable du matériau composite, la structure et les liaisons entre cristaux modifiables. Pour créer un tel matériau on a besoin des actions technologiques contrôlées des flux de matière, d'énergie et d'information. C'est pourquoi ces questions doivent être étudiées plus profondément.

Il faut également noter que l'utilisation de macro-, micro- et nanomatériaux des produits spécifiques est très coûteux. En outre, pour les produits grands il est conseillé d'appliquer le nanomatériau seulement dans des zones spécifiques où il y a les charges lourdes, l'usure intensive de la couche superficielle, le contact d'arête et des phénomènes similaires. Par ailleurs, les propriétés du produit doivent être réalisées en dépendance des particularités des actions des fonctions d'exploitation, et ils peuvent se changer selon les différentes lois. Dans ce cas, pour améliorer la qualité des produits mécaniques de macro-, micro- et nanomatériaux on a besoin d'une approche particulière avec l'utilisation des technologies spéciales qui assurent l'orientation fonctionnelle des propriétés du produit en dépendance des particularités d'exploitation dans le système technologique [4, 5].

Le but de ce travail est l'amélioration de la qualité des produits mécaniques basée sur des technologies spécifiques dont la conception est fondée sur les principes de la synthèse de la composition des macro-, micro- et nanotechnologies, ainsi que des technologies fonctionnellement orientées, par le développement de l'approche générale de la synthèse de la structure et des appareillages.

Conformément à l'objectif visé dans ce travail on détermine les tâches suivantes:

1. Élaborer une approche générale de la création des macro-, micro- et nanotechnologies spéciales fonctionnellement orientées pour les produits mécaniques.
2. Élaborer la structure universelle du processus technologique de la synthèse du matériau avec des macro-, micro- et nanopropriétés.
3. Considérer les méthodes principales de la synthèse de macro-, micro- et nanotechnologies sur la base des technologies combinées et hybrides.

Ces tâches sont résolues dans ce travail.

Avant de passer à la présentation d'une approche générale de la création de technologies spéciales on détermine les définitions et concepts principaux.

On peut noter que dans ce travail on considère les problèmes de la création des technologies pour fabriquer les produits mécaniques avec les propriétés des matériaux spéciaux qui sont déterminées par la composition, la structure, la dispersion des grains et des liaisons entre eux. Ces propriétés sont déterminées au cours de la fabrication de produits en fonction des particularités d'exploitation dans le système technologique. Elles peuvent être fixées, variables, dépendues de différentes lois etc. Cependant, ces propriétés se forment par les paramètres du matériau, sa structure, dispersité de grains (la granulométrie peut être variable) et les relations entre eux.

La macrotechnologie est l'ensemble d'opérations et d'appareillages pour effectuer l'algorithme donné de l'action technologique ce qui permet de synthétiser, de désagréer des grains du matériau aux limites de macrodimensions (plus que 300 nm) et gérer ses propriétés en fonction de la composition, la structure, la taille et des liaisons de grains.

La microtechnologie est l'ensemble d'opérations et d'appareillages pour effectuer l'algorithme donné de l'action technologique ce qui permet de synthétiser, de désagréer des grains du matériau aux limites de microdimensions (aux limites 100...300 nm) et gérer ses propriétés en fonction de la composition, la structure, la taille et des liaisons de grains.

La nanotechnologie est l'ensemble d'opérations et d'appareillages pour effectuer l'algorithme donné de l'action technologique ce qui permet de synthétiser, de désagréer des grains du matériau aux limites de nanodimensions et gérer ses propriétés en fonction de la composition, la structure, la taille et des liaisons de nanoéléments (jusqu'au 40...100 nm).

Il faut noter particulièrement que macro-, micro-, nanotechnologie ne sont pas seulement la synthèse et la désagrégation de la structure du matériau mais encore la gestion des propriétés du matériau. Pourtant pour le moment il n'y a pas de la solution concernant la gestion des propriétés d'un nanomatériau. Ce problème peut être résolu sur la base des technologies fonctionnellement orientées.

En tenant compte des problèmes posés dans ce travail on a élaboré l'approche générale de la création des macro-, micro-, nanotechnologies fonctionnellement orientées. Elle est basée sur la composition des particularités suivantes :

- les particularités de la synthèse des macro-, micro-, nanotechnologies ;
- les particularités de la synthèse des technologies fonctionnellement orientées.

Cette approche donne la possibilité de la réalisation d'un ensemble qualitativement nouveau des propriétés des produits mécaniques et d'une mesure d'utilité qualitativement nouvelle des produits.

Les macro-, micro-, nanotechnologies élaborées sur la base de l'approche fonctionnellement orientée permettent d'assurer les propriétés non-traditionnelles. La réalisation conjointe de ces deux approches, notamment des méthodes de synthèse des macro-, micro-, nanotechnologies, aussi bien que des méthodes de la synthèse des technologies fonctionnellement orientées, permet de les adapter complètement aux particularités d'exploitation dans le système technologique et assurer les propriétés déterminées, demandées ou limitées au cours de la fabrication des produits.

Dans ce travail on a élaboré l'approche générale de la synthèse des macro-, micro-, nanotechnologies fonctionnellement orientées (fig. 1). Elle est basée sur la composition des principes de la synthèse des macro-, micro-, nanotechnologies et des principes des technologies fonctionnellement orientées. Le projet des macro-, micro-, nanotechnologies comprend :

- la synthèse sur la base de la structure universelle des macro-, micro-, nanotechnologies ;
- les particularités de la synthèse des étapes de la structure universelle de la technologie ;
- la synthèse sur la base des technologies combinées et hybrides.

On peut noter qu'actuellement on a élaboré la multitude des méthodes différentes de la synthèse des produits avec les différentes structures du matériau, pourtant dans ce travail on a élaboré la structure universelle de la synthèse des macro-, micro-, nanotechnologies. Sur la base de cette structure universelle on crée n'importe quelles variantes des technologies ou des processus technologiques. Dans ce travail on a fait l'analyse des particularités de la synthèse des étapes principales de la structure universelle des technologies et on a élaboré les variantes.

Il faut noter que la synthèse des macro-, micro-, nanotechnologies est basée sur les technologies combinées et hybrides c'est pourquoi dans ce travail on a considéré ces problèmes aussi.

Le projet des technologies données le plus effectivement il faut réaliser sur la base de l'approche fonctionnellement orientée. Les éléments principaux des technologies fonctionnellement orientées sont les suivants [4] :

- la réalisation de précision et d'ultraprécision sur le niveau locale ;
- la réalisation en fonctions des particularités d'exploitation du produit dans le système technologique ;
- la synthèse selon des niveaux de la partition d'un produit sur les éléments fonctionnels ;
- la synthèse sur la base du groupe des principes particuliers de l'orientation de l'action technologique et des propriétés du produit.

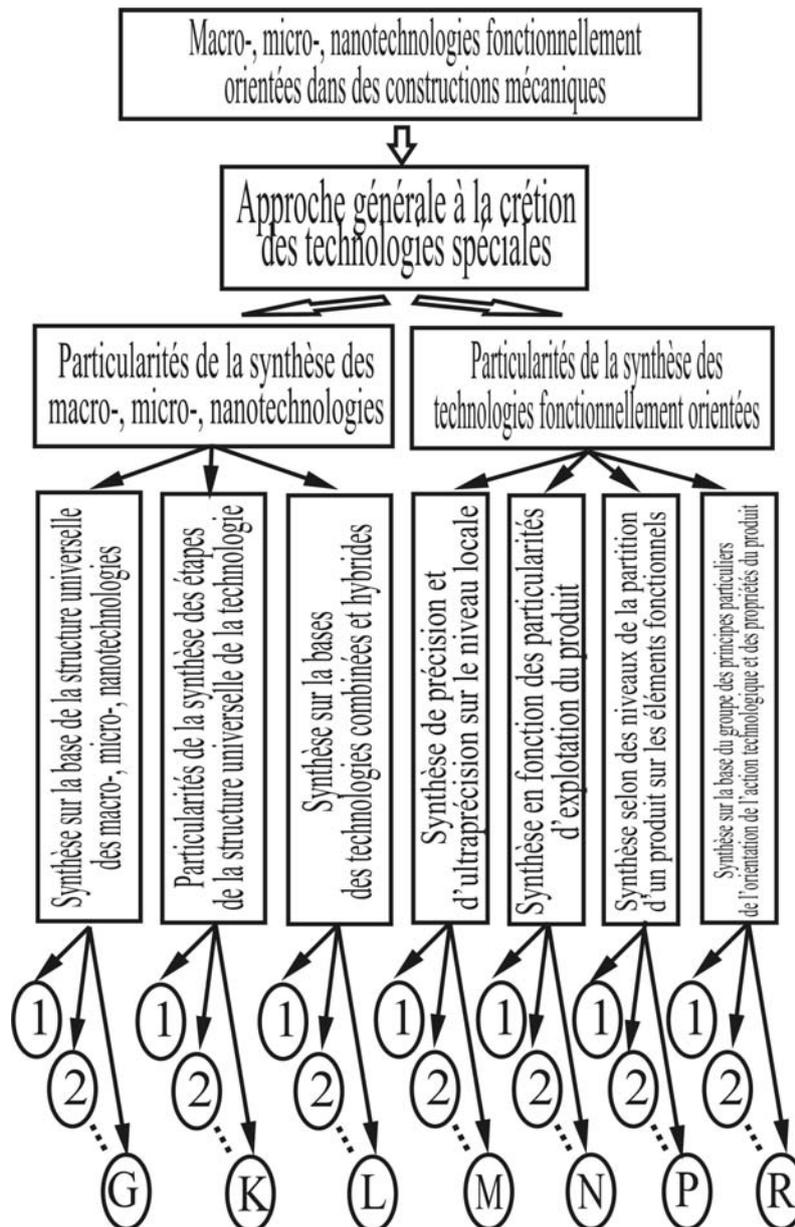


Fig. 1. Éléments principaux de l'approche générale de la synthèse des macro-, micro-, nanotechnologies fonctionnellement orientées

Les macro-, micro-, nanotechnologies fonctionnellement orientées sont formées sur la base de la composition mentionnée des particularités. Il faut noter que l'approche fonctionnellement orientée permet de gérer les propriétés des produits mécaniques et assurer leurs paramètres non-traditionnelles. C'est très important pour l'application de ces technologies.

En conclusion il faut noter que les recherches effectuées permettent de créer l'orientation scientifique nouvelle liée avec la création des macro-, micro-, nanotechnologies fonctionnellement orientées pour les produits mécaniques. Ces recherches permettent d'obtenir les résultats suivants :

1. Dans le travail présenté on a élaboré l'approche générale de la création des macro-, micro-, nanotechnologies spéciales fonctionnellement orientées pour les produits mécanique. On a analysé les particularités de la synthèse de la base des éléments et des appareillages technologique de ces technologies.

2. On a élaboré la structure universelle du processus technologique de la synthèse du matériau du produit avec des macro-, micro-, nanopropriétés. Aussi on a étudié les particularités de la synthèse des macro-, micro-, nanotechnologies.

3. Les macro-, micro-, nanotechnologies fonctionnellement orientées assurent un ensemble qualitativement nouveau des propriétés des produits mécaniques grâce à l'adaptation complète des propriétés aux particularités d'exploitation dans le système technologique au cours de leur fabrication.

**Bibliographie:** 1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 416 с. 2. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие для студ. вузов / Под ред. В.С. Чередниченко. – М.: Омега Л, 2009. – 752 с. 3. Михайлов А.Н. Общий подход в создании нанотехнологий и повышении качества изделий на базе наноматериалов / Машиностроение и техносфера XXI века // Сборник трудов XVII международной научно-технической конференции в г. Севастополе 13-18 сентября 2010 г. в 4-х томах. – Донецк: ДонНТУ, 2010. Т. 1. С. 183 - 188. ISSN 2079-2670. 4. Михайлов А.Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий. – Донецк: ДонНТУ, 2009. – 346 с. 5. Михайлов А.Н., Михайлова Е.А., Недашковский А.П., Лахин А.М., Маджид А.Д., Аль-Судани Т.Т. Повышение качества изделий машиностроения на базе комбинированной функционально-ориентированной отделочной обработки / Машиностроение и техносфера XXI века // Сборник трудов XVI международной научно-технической конференции в г. Севастополе 14-19 сентября 2009 г. В 4-х томах. – Донецк: ДонНТУ, 2009. Т. 2. – 289 с. ISBN 966-7907-25-2. С. 246 – 265.



## ANALYSE DU PROBLÈME DE LA FORMATION DES SPÉCIALISTES DE HAUTE QUALITÉ

**Navka Ilya**

*(Université nationale technique, Donetsk, Ukraine)*

Tel. : + 38 062 304 12 85; E-mail: [info@dgtu.donetsk.ua](mailto:info@dgtu.donetsk.ua)

**Résumé :** *Dans le plan stratégique général il est temps d'estimer la crise de la formation d'ingénieurs comme l'appel global de civilisation, d'accomplir l'analyse complète de pronostique et d'indiquer la stratégie des actions.*

**Mots-clés :** *formations d'ingénieurs, coopération des universités, stratégie des actions, programmes « Master » et doctoraux.*

En 2006 le sénateur du Congrès des États-Unis Barack Hussein Obama dans le livre « Impertinence de l'espoir » a formulé la somme de problèmes qu'il voudrait voir décidés. Une des thèses de ce credo original annonçait : « Je voudrais qu'il y ait plus des ingénieurs que des juristes ».

Ces dernières années ce problème s'est aggravé aux États-Unis et l'Europe, il a acquis le caractère global. La diminution de l'intérêt de la jeunesse aux sciences d'ingénieurs a amené au déficit des ingénieurs, les technologues au marché du travail, s'est manifesté négativement en travail dans la sphère industrielle selon tous les critères d'efficacité et de