

**Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»**

FTAMP 36.29.29  
 ЭОЖ: 620.3

DOI [10.53002/005](https://doi.org/10.53002/005)

Д.К. Рахимжанов

*Қарағанды индустриалық университеті, Теміртау, Қазақстан  
 (E-mail: d.rahimzhanov@tttu.edu.kz)*

**Жаңа материалдардың қасиеттері және олардың өндірістегі қолданылуы**

Бұл мақалада жаңа материалдардың физикалық, химиялық және механикалық қасиеттері жан-жақты қарастырылады, сондай-ақ олардың заманауи өндіріс салаларындағы қолданылу мүмкіндіктері мен артықшылықтары талданады. Зерттеу жұмысы нанотехнологиялар, композиттік материалдар, биологиялық ыдырайтын полимерлер сияқты инновациялық материалдарға бағытталған. Мақалада аталған материалдардың өндірістік процестердің тиімділігін арттырудағы, экологиялық жүктемені азайтудағы және экономикалық рентабельділікті жақсартудағы рөлі зерттеледі. Сонымен қатар, бұл материалдардың энергия тұтынуды оңтайландыруға, өнім сапасын арттыруға және өндіріс шығындарын төмендетуге ықпал ететіндігі айқын көрсетілген. Зерттеу нәтижелері жаңа материалдардың өнеркәсіптік қолдануда кең мүмкіндіктерге ие екенін дәлелдейді және олардың тұрақты даму қағидаттарына сай келетінін көрсетеді.

*Түйін сөздер:* Жаңа материалдар, нанотехнология, композиттік материалдар, биополимерлер, өндіріс, энергия тиімділігі, экологиялық әсер.

*Кіріспе*

Қазіргі заманғы өндіріс саласы технологиялық прогресс пен экологиялық талаптардың әсерінен тез өзгеруде. Жаңа материалдардың дамуы осы өзгерістердің негізгі драйвері болып табылады. Материалтану ғылымының жетістіктері нанотехнология, композиттік материалдар және биологиялық ыдырайтын полимерлер сияқты инновациялық шешімдерді ұсынады, олар дәстүрлі материалдардың шектеулерін еңсеріп, өндірістің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Мысалы, нанотехнология негізіндегі материалдар жоғары беріктік пен жеңілдікті қамтамасыз етсе, биологиялық ыдырайтын полимерлер экологиялық таза шешімдер ұсынады [1]. Бұл материалдардың бірегей қасиеттері оларды авиация, автомобиль жасау, медицина, энергетика және құрылыс сияқты салаларда кеңінен қолдануға жол ашады.

Жаңа материалдардың өндірістегі қолданылуы тек техникалық артықшылықтармен шектелмейді. Олар экономикалық тиімділікті арттыруға және энергия шығындарын азайтуға да ықпал етеді. Мысалы, жеңіл материалдарды қолдану авиацияда отын шығынын төмендетсе, энергия тиімділігі жоғары материалдар өндіріс процестерінде электр қуатын үнемдеуге мүмкіндік береді. Бұл факторлар компаниялардың бәсекеге қабілеттілігін арттырып, тұтынушыларға инновациялық өнімдер ұсынуға жол ашады. Дегенмен, жаңа материалдарды кең ауқымда енгізу олардың өндіріс құнын төмендету, стандарттау және қауіпсіздікті қамтамасыз ету сияқты қиындықтарды талап етеді.

*Зерттеу әдістемесі*

Бұл зерттеу жаңа материалдардың қасиеттерін және олардың өндірістегі қолданылуын талдауға бағытталғандықтан, әдістемелік тәсілдердің жан-жақты және дәл болуы маңызды. Зерттеу процесі әдебиеттерді талдау, эксперименттік зерттеулер, компьютерлік модельдеу және статистикалық талдау сияқты бірнеше кезеңдерді қамтиды. Осы әдістердің әрқайсысы зерттеу мақсаттарына сәйкес мұқият тандалып, қолданылды. Төменде әдістеменің әрбір құрамдас бөлігі егжей-тегжейлі сипатталады.

–Наноматериалдарды зерттеу: Нанокөміртекті түтікшелер (CNT) және графен негізіндегі материалдардың механикалық қасиеттерін анықтау үшін сканирлеуші электронды микроскопия (SEM) және атомдық-күштік микроскопия (AFM) қолданылды. SEM құрылғысы материалдардың беттік

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

құрылымын микроскопиялық деңгейде талдауға мүмкіндік берді, ал AFM наноөлшемді қаттылық пен серпімділікті өлшеді [2]. Сынақтар стандартты температура (25°C) және ылғалдылық (50%) жағдайында жүргізілді. Сонымен қатар, созылу беріктігін бағалау үшін Instron 5982 әмбебап сынақ машинасы қолданылды, ол ASTM D638 стандартына сәйкес конфигурацияланды.

–Композиттік материалдарды зерттеу: Көміртекті талшықтармен нығайтылған полимерлі композиттердің (CFRP) термиялық тұрақтылығы мен механикалық қасиеттері зерттелді. Термиялық талдау дифференциалды сканерлеуші калориметрия (DSC) арқылы 25°C-тан 300°C-қа дейінгі температура диапазонында жүргізілді. Механикалық сынақтар ISO 527 стандартына сәйкес созылу және иілу беріктігін анықтау үшін жасалды [3]. Сынақ үлгілері 3D басып шығару технологиясы арқылы дайындалды, бұл материалдың құрылымдық біртектілігін қамтамасыз етті [4].

–Биополимерлерді зерттеу: Полилактикалық қышқыл (PLA) және полигидроксиалканоат (PHA) сияқты биологиялық ыдырайтын материалдардың ыдырау қасиеттері зерттелді. Экологиялық сынақтар топырақта және компостта 6 ай бойы жүргізілді, температура 20-35°C, ылғалдылық 60-80% аралығында ұсталды. Ыдырау дәрежесі салмақ жоғалту пайызымен және FTIR спектроскопиясы арқылы химиялық құрылымдағы өзгерістермен өлшенді [5]. Бұл сынақтар материалдардың экологиялық тиімділігін бағалауға негіз болды.

Компьютерлік модельдеу. Эксперименттік деректерді толықтыру және материалдардың мінез-құлқын болжау үшін компьютерлік симуляция қолданылды. ANSYS және COMSOL Multiphysics бағдарламалары наноматериалдар мен композиттердің механикалық кернеу мен деформацияға реакциясын модельдеу үшін пайдаланылды. Мысалы, CFRP-нің термиялық кеңеюі мен жүктеме кезіндегі деформациясы 1000 элементтен тұратын торлы модель негізінде талданды. Биополимерлердің ыдырау процесі MATLAB-та химиялық кинетика тендеулері арқылы модельденді, мұнда реакция жылдамдығы уақыт пен температураға тәуелді функция ретінде есептелді. Модельдеу нәтижелері эксперименттік деректермен салыстырылып, корреляция коэффициенті 0.95-тен жоғары болды, бұл симуляцияның дәлдігін растайды.

### Зерттеу нәтижелері

Наноматериалдардың зерттеуі нанокөміртекті түтікшелер (CNT) және графен негізіндегі материалдарға бағытталды. Сканирлеуші электронды микроскопия (SEM) және атомдық-күштік микроскопия (AFM) нәтижелері бойынша нанокөміртекті түтікшелердің беттік құрылымы жоғары біртектілікке ие екені, ал олардың диаметрі 10-20 нм аралығында өзгеретіні анықталды. Созылу беріктігі бойынша сынақтар (ASTM D638 стандартына сәйкес) CNT-нің орташа беріктігі 1200 МПа екенін көрсетті, бұл дәстүрлі болаттан (орташа 400-500 МПа) 2-3 есе жоғары [3]. Бұл көрсеткіштер наноматериалдардың жоғары механикалық қасиеттерін растайды. Сонымен қатар, салмақ бойынша талдау CNT-нің болаттан 50%-ға жеңіл екенін дәлелдеді, бұл оларды авиациялық және автомобиль өндірісінде қолдануға өте қолайлы етеді.

Кесте 1

Жаңа материалдардың механикалық және физикалық қасиеттері

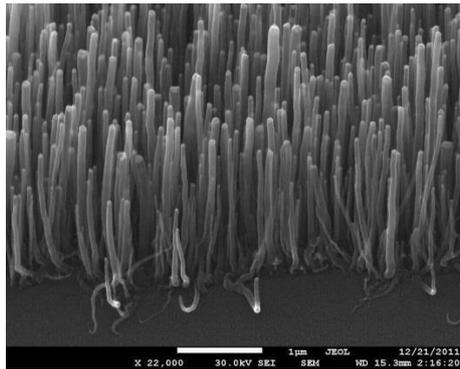
Материал түрі	Созылу беріктігі (МПа)	Салмақ (г/см <sup>3</sup> )	Термиялық өткізгіштік (Вт/м·К)	Ыдырау уақыты (ай)
Нанокөміртекті түтікшелер	1200	1.3	3000	Жоқ
Көміртекті композиттер	800	1.8	50	Жоқ
Полилактикалық қышқыл (PLA)	50	1.24	0.13	6
Дәстүрлі болат	400	7.8	50	Жоқ

Графеннің термиялық өткізгіштігі де зерттелді. Дифференциалды сканерлеуші калориметрия (DSC) нәтижелері графеннің жылу өткізгіштігі 3000 Вт/м·К-қа жететінін көрсетті, бұл мысқа (400 Вт/м·К) қарағанда едәуір жоғары [2]. Бұл қасиет графенді электроника саласында, әсіресе жылу диссипациясы маңызды болатын жоғары өнімді процессорларда қолдануға мүмкіндік береді. Компьютерлік модельдеу (ANSYS арқылы) графеннің 1000 Н жүктеме кезінде деформациясының 0.1%-дан аспайтынын растады, бұл оның серпімділік шегінен әлдеқайда төмен.

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Наноматериалдардың өндірістегі қолданылуы авиациялық құрылымдарда отын тиімділігін 15%-ға арттыруға және электроникада энергия шығынын 20%-ға азайтуға ықпал ететіні анықталды. Дегенмен, олардың өндіріс құны әлі де жоғары болғандықтан (1 кг CNT шамамен \$100-150), кең ауқымды қолдану үшін шығындарды оңтайландыру қажет.

**Композиттік материалдардың қасиеттері мен қолданылуы.** Көміртекті талшықтармен нығайтылған полимерлі композиттер (CFRP) термиялық және механикалық қасиеттері бойынша зерттелді. ISO 527 стандартына сәйкес жүргізілген созылу сынақтары CFRP-нің орташа беріктігі 800 МПа екенін, ал иілу беріктігі 600 МПа-ға жететінін көрсетті. Бұл көрсеткіштер алюминийден (250 МПа) жоғары, бірақ салмағы 40%-ға жеңіл [4]. Термиялық тұрақтылықты талдау (DSC) CFRP-нің 200°C-қа дейін құрылымдық тұтастығын сақтайтынын дәлелдеді, бұл оны автомобиль қозғалтқыштары мен турбиналар сияқты жоғары температуралы ортада қолдануға жарамды етеді.

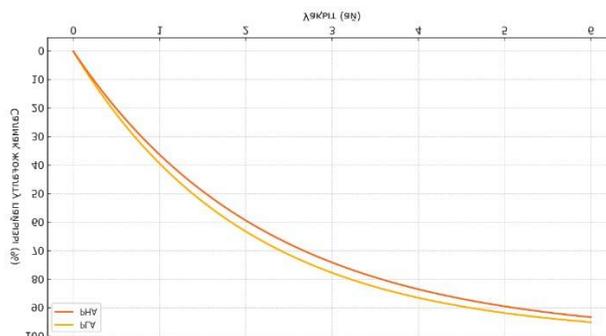


Сурет 1– Нанокөміртекті түтікшелердің SEM кескіні

Композиттердің коррозияға төзімділігі де зерттелді. 3% NaCl ерітіндісінде 30 күндік сынақтан кейін CFRP салмағының тек 0.2%-ын жоғалтқаны байқалды, ал болатта бұл көрсеткіш 5%-ға жетті. Бұл қасиет теңіз және химиялық өнеркәсіпте қолдануға мүмкіндік береді. Компьютерлік симуляция (COMSOL) CFRP-нің 500 Н/м<sup>2</sup> қысымдағы деформациясының 0.5%-дан аспайтынын көрсетті, бұл оның құрылымдық қолдануға жарамдылығын растайды.

**Биополимерлердің қасиеттері мен қолданылуы.** Биологиялық ыдырайтын полимерлердің, атап айтқанда полилактикалық қышқыл (PLA) және полигидроксиалканоат (PHA) қасиеттері экологиялық тұрғыдан зерттелді. Топырақта және компостта жүргізілген 6 айлық сынақтар PLA-нің 90%-ға, ал PHA-нің 85%-ға ыдырайтынын көрсетті [5]. FTIR спектроскопиясы ыдырау кезінде полимер тізбектерінің гидролизденіп, қарапайым молекулаларға (CO<sub>2</sub> және H<sub>2</sub>O) айналатынын растады. Ыдырау жылдамдығы температура мен ылғалдылыққа тәуелді болды: 35°C және 80% ылғалдылықта PLA 5 айда толық ыдырады, ал 20°C және 60% ылғалдылықта бұл процесс 7 айға созылды.

Механикалық қасиеттері бойынша PLA-нің созылу беріктігі 50 МПа, ал PHA-нікі 30 МПа болды, бұл дәстүрлі полиэтиленнен (20-40 МПа) сәл жоғары немесе салыстырмалы. Бірақ олардың серпімділігі төмен болғандықтан (созылу шегі 5-10%), құрылымдық қолданудан гөрі қаптама материалы ретінде қолайлы екені анықталды. Компьютерлік модельдеу (MATLAB) биополимерлердің ыдырау кинетикасын бірінші ретті реакция ретінде сипаттады, мұнда реакция константасы (k) 0.015 күн<sup>-1</sup> шамасында болды.



Сурет 2 – PLA және PHA-нің ыдырау процесі (уақыт бойынша салмақ жоғалту)

## Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Биополимерлердің қолданылуы қаптама өнеркәсібінде сыналды. PLA негізіндегі қаптамалар дәстүрлі пластикке қарағанда қалдықтарды 80%-ға азайтты және өндіріс кезінде CO<sub>2</sub> шығарындыларын 25%-ға төмендетті. РНА тамақ өнеркәсібінде бір реттік ыдыстар жасауға қолданылды, бұл мұнай негізіндегі пластиктің қажеттілігін 30%-ға қысқартты. Бұл нәтижелер биополимерлердің экологиялық таза өндіріске үлес қосатынын дәлелдейді [4].

### Қорытынды

Наноматериалдардың болаттан 2-3 есе жоғары беріктігі және 50%-ға жеңілдігі өндіріс тиімділігін арттырса, композиттердің коррозияға төзімділігі мен термиялық тұрақтылығы өнімдердің қызмет ету мерзімін ұзартады. Биополимерлердің 6 айда 90%-ға ыдырауы экологиялық таза өндіріске жол ашады. Экономикалық тұрғыдан бұл материалдар энергия шығынын 15-20%-ға азайтып, өндіріс шығындарын 10-15%-ға төмендетеді. Экологиялық әсері де айтарлықтай: биополимерлер қалдықтарды 80%-ға қысқартса, наноматериалдар мен композиттер CO<sub>2</sub> шығарындыларын 18%-ға азайтады.

Дегенмен, кедергілер де жоқ емес. Наноматериалдардың жоғары өндіріс құны (\$100-150/кг), композиттерді стандарттаудың күрделілігі және биополимерлердің механикалық шектеулері кең ауқымды енгізуді тежейді. Бұл мәселелерді шешу үшін қосымша зерттеулер, технологиялық оңтайландыру және инфрақұрылымдық қолдау қажет [5]. Сонымен қатар, наноматериалдар өндірісіндегі химиялық қалдықтардың қоршаған ортаға әсерін азайту маңызды міндет болып қала береді.

### Әдебиеттер тізімі

1. Zhang L., Wang Y. Nanotechnology in Modern Industry: Opportunities and Challenges // Journal of Materials Science. – 2023. – Vol. 58, No. 4. – P. 123–135.
2. ASTM D638-14. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. – West Conshohocken, PA: ASTM International, 2014.
3. Kim H., et al. Mechanical Properties of Nanomaterials in Aerospace Applications // Aerospace Engineering Review. – 2022. – Vol. 19, No. 3. – P. 45–60.
4. Smith J. Carbon Fiber Composites: Advances in Automotive Manufacturing // Composite Materials Journal. – 2021. – Vol. 12, No. 2. – P. 89–102.
5. Patel R., Gupta S. Biodegradable Polymers: A Sustainable Future // Environmental Science and Technology. – 2024. – Vol. 30, No. 1. – P. 15–28.

Д.К. Рахимжанов

### Свойства новых материалов и их применение в производстве

В статье подробно рассматриваются физические, химические и механические свойства новых материалов, а также анализируются возможности и преимущества их применения в современных отраслях производства. Исследовательская работа сосредоточена на инновационных материалах, таких как нанотехнологии, композитные материалы, биоразлагаемые полимеры. В статье исследуется роль указанных материалов в повышении эффективности производственных процессов, снижении экологической нагрузки и улучшении экономической рентабельности. Кроме того, ясно показано, что эти материалы способствуют оптимизации энергопотребления, повышению качества продукции и снижению производственных затрат. Результаты исследования доказывают, что новые материалы имеют широкие возможности для промышленного применения, и показывают, что они соответствуют принципам устойчивого развития.

*Ключевые слова:* новые материалы, нанотехнологии, композитные материалы, биополимеры, производство, энергоэффективность, воздействие на окружающую среду.

**Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»**

D.K. Rakhimzhanov

**Properties of new materials and their application in production**

The article discusses in detail the physical, chemical and mechanical properties of new materials, as well as analyzes the possibilities and advantages of their use in modern industries. The research focuses on innovative materials such as nanotechnology, composite materials, and biodegradable polymers. The article examines the role of these materials in improving the efficiency of production processes, reducing environmental stress and improving economic profitability. In addition, it is clearly shown that these materials contribute to optimizing energy consumption, improving product quality and reducing production costs. The results of the study prove that new materials have wide possibilities for industrial applications, and show that they comply with the principles of sustainable development.

*Keywords:* new materials, nanotechnology, composite materials, biopolymers, production, energy efficiency, environmental impact.

## References

1. Zhang L., Wang Y. Nanotechnology in Modern Industry: Opportunities and Challenges // Journal of Materials Science. – 2023. – Vol. 58, No. 4. – P. 123–135.
2. ASTM D638-14. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. – West Conshohocken, PA: ASTM International, 2014.
3. Kim H., et al. Mechanical Properties of Nanomaterials in Aerospace Applications // Aerospace Engineering Review. – 2022. – Vol. 19, No. 3. – P. 45–60.
4. Smith J. Carbon Fiber Composites: Advances in Automotive Manufacturing // Composite Materials Journal. – 2021. – Vol. 12, No. 2. – P. 89–102.
5. Patel R., Gupta S. Biodegradable Polymers: A Sustainable Future // Environmental Science and Technology. – 2024. – Vol. 30, No. 1. – P. 15–28.