



TEMIR TAU TECH
UNIVERSITY

Қарағанды мемлекеттік
индустриялық университетінің
ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК
Карагандинского государственного
индустриального университета

BULLETIN
of the Karaganda state
industrial university

<https://ttu.edu.kz/ru/vestnik-kariu/>

3

(46) 2024

Қарағанды индустриялық университеті



ISSN 2309-1177

Основан в 1991 году
Переименован в 2001 г. и 2013 г.

Периодичность 4 раза в год
№ 3 (46) 2024 г.

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**«ВЕСТНИК КАРАГАНДИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

Главный редактор – Б. Жаутиков
Ректор, доктор технических наук, профессор энергетики

«Қарағанды мемлекеттік индустриялық университетінің хабаршысы»

«Qaraǵandy memlekettik indýstrialyq úniversitetiniń habarshysy»

Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры и информации Республики Казахстан (регистрационное свидетельство № 13579-Ж от 30.04.2013 г.)

Основная тематическая направленность: публикация результатов научных исследований по широкому спектру проблем в металлургии, технологии новых материалов, строительстве, машиностроении, технологических машинах и транспорте, энергетике, автоматизации и вычислительной технике, экономике, химической технологии, безопасности жизнедеятельности, общеобразовательных фундаментальных (базовых) дисциплинах.

Языки публикаций: казахский, русский, английский.

Периодичность: 1 раз в квартал (4 раза в год).

Собственник: Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский индустриальный университет»

Главный редактор

Жаутиков Бахыт Ахатович	<i>Председатель Правления-Ректор НАО «Карагандинский индустриальный университет», д.т.н., профессор энергетики, главный редактор</i>
Редакционная коллегия	
Белов Николай Александрович	<i>Директор инжинирингового центра ИЛТМ при кафедре «Технология литейных процессов» Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», д.т.н., профессор, Россия</i>
Ким Александр Сергеевич	<i>Главный научный сотрудник лаборатории БОР Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, д.т.н., Казахстан</i>
Павлов Александр Васильевич	<i>Профессор кафедры «Металлургия стали и ферросплавов» Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», д.т.н., Россия</i>
Панин Евгений Александрович	<i>Доцент кафедры «Обработка металлов давлением» НАО «Карагандинский индустриальный университет», PhD, Казахстан</i>
Riad Taha Al-Kasasbeh	<i>Профессор Прикладного университета Al-Balqa (Al-Balqa' Applied University), PhD, г. Амман, Иордания</i>
Richard Fabik	<i>Профессор кафедры «Обработка материалов» Технического университета, PhD, г. Острава, Чехия</i>
Syed Abdul Rahman Al-Haddad	<i>Профессор факультета компьютерных и коммуникационных систем, Universiti Putra Malaysia (UPM), д.т.н., PhD, Малайзия</i>
Ответственный секретарь	
Кунаев Вячеслав Александрович	<i>Директор Департамента науки и инновации НАО «Карагандинский индустриальный университет», Казахстан</i>

Наименование типографии, её адрес и адрес редакции:

ДЦТ Карагандинского индустриального университета,
101400 г. Темиртау, Карагандинская обл., пр. Республики, 30.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>стр</i>
Раздел 1. Металлургия, технологии новых материалов.....	6
1.1 А.Х. НУРУМГАЛИЕВ, Г.А. БУЛЕКОВА, А.Т ПУШАНОВА <i>Көміртегі қалдықтарынан кремний мен алюминийді бірлесіп қалпына келтіру.....</i>	7
1.2 А.А. АБІЛБЕРІКОВА, Е. Қ. ҚҰАТБАЙ, Ж.Н. ЮСУПОВА, М.Р. АХМЕТОВА <i>Силикотитанды карботермиялық әдіспен балқыту технологиясын зерттеу.....</i>	12
1.3 М.Ж. АБИШКЕНОВ., И.С. ТАВШАНОВ <i>Алюминий матрицалық композиттер алуда қолданылатын араластыра отырып құю әдісі мен армирлеуші материалдарға қысқаша шолу.....</i>	18
1.4 Ж.А. ЖИРЕНБАЕВА. <i>Инновационные технологии переработки отходов металлургической промышленности: Экологические аспекты и экономическая эффективность.....</i>	26
Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство».....	33
2.1 Г.Д. ИСАБЕКОВА, С.Ж. КЫДЫРБАЕВА <i>КҚД 1500/180 ұсатқыш қондырғысын жетілдіру арқылы марганец рудаларын ұнтақтау.....</i>	34
2.2 Қ.Е. ЕРМАХАНБЕТОВ <i>Авиация үшін ауа-райын болжауда нейрондық желілерді қолдану.....</i>	39
2.3 Д.М. БҰЛАНБАЙ <i>Технология 3D-печати металлических компонентов в аэрокосмической промышленности.....</i>	46
2.4 А.Е. МАЙКЕНОВ <i>Роботизация производственных процессов в машиностроении.....</i>	62
Раздел 3. IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника	70
3.1 В.В. ЯВОРСКИЙ, А.О. ЧВАНОВА А.О., Г.Д. КАЛАШНИКОВ <i>Интеграция ChatGPT в веб-приложения для внедрения интеллектуальных ассистентов.....</i>	71
3.2 М.Б. ЖУМАГАЛИЕВ <i>Денсаулық сақтаудағы блокчейн перспективалар мен қиындықтар.....</i>	77
3.3 А.Д. ТАЙСАГАТОВ <i>Компьютерлік желілердегі ауытқуларды анықтаудың тиімді алгоритмдері.....</i>	82
3.4 Ю.С. КЛОПОВ <i>Будущее квантовых вычислений.....</i>	87

Раздел 4. Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины.....	92
4.1 А.С. ХАЛЫКОВ Криптовалюты и их влияние на глобальную финансовую систему	93
4.2 Г.А. ШАЯХМЕТОВА, А.Р. КАРИПБАЕВА, Г.М. ХОЛОДОВА Басқару жүйелерінде физиканың қолданылуы.....	99
4.3 Г.А. ШАЯХМЕТОВА, А.Р. КАРИПБАЕВА, Г.М. ХОЛОДОВА Заманауи электронды құрылғылардың жұмыс принциптері.....	105
4.4 Р.К. КОЛЕСНИКОВА, А.Л. МОСУНОВ Студенттердің қолайсыз табиғи жағдайларға байланысты физикалық дене тәрбиесі.....	111
Раздел 5.Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности».....	114
5.1 И.М. АКМАЛОВА Использование биополимеров для создания биоразлагаемых материалов.....	115
5.2 А.С. УТЕГУЛ Энергия сақтау материалдары: Жаңа буын литий.....	133
5.3 Б.БОЛСҰЛЫ Жасыл химия және қоршаған орта Экологиялық таза катализаторларды әзірлеу.....	140
5.4 Г.М. ТЕМІР Нанобиотехнологии: перспективы создания лекарств нового поколения.....	146
Сведения об авторах.....	151
Правила оформления и предоставления статей.....	152

Раздел 1

**Металлургия,
технологии новых
материалов**

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»GTAMP 53.37.91
ЭОЖ: 669.18.04[DOI: 10.4411/s0031-019-358](https://doi.org/10.4411/s0031-019-358)

А.Х. Нурумғалиев, Г.А. Булекова, А.Т. Пушанова

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: g.bulekova@ttu.edu.kz a.pushanova@ttu.edu.kz)***Көміртегі қалдықтарынан кремний мен алюминийді бірлесіп қалпына келтіру**

Мақалада көміртегі қалдықтарынан кремний мен алюминийді бірлесіп қалпына келтіру бойынша термогравиметриялық зерттеу нәтижелері келтірілген. Бұл процесте бастапқыда қалпына келтірілетіні бос кремний диоксиді көрсетілген, содан кейін муллитпен байланысқан. 1873К жоғары температурада көміртектің барлығы дерлік кремний карбидтеріне қосылады. Кремний алюминий қорытпасының пайда болуының алдында кремний карбидімен әрекеттесетін алюминий субоксидінің түзілуі екені анықталды.

Түйін сөздер: Кремний, Алюминий, Қорытпа, Тотықсыздану, Термогравиметриялық зерттеу, Көміртек, Кремний карбиді, Ферроқорытпа, Тамман пеші.

Кіріспе

Кремний мен алюминий қорытпаларын тікелей шикізаттан алу процесі зерттеушілер мен практиктерді көптен бері қызықтырды. Осы уақытқа дейін алюминий мен кремний оксидтерін көміртегімен тотықсыздандыру процесінің барысы туралы белгілі бір түсініктер жасауға мүмкіндік беретін [1-4] жұмыстардың айтарлықтай саны орындалды. Сонымен қатар, қарастырылып отырған жүйеде көміртегі тотығының бірлескен тотықсыздану процесі өте күрделі және жеткілікті зерттелмегені көрсетілген.

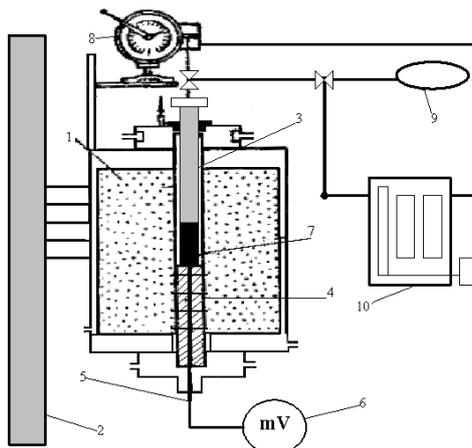
Сондықтан күрделі ферроқорытпаларды алу арқылы элементтерді бірлесіп қалпына келтіру бағытындағы зерттеу жұмыстары өзекті болып табылады.

Бұл жұмыста кремний мен алюминийдің тотықсыздануын термогравиметриялық зерттеу үшін Екібастұз кен орнының көміртекті жынысы (КЖ) және келесі химиялық құрамы бар кварцит (массасы бойынша%) сынамалары алынды: көміртекті жыныстың күлі - Fe₂O₃ - 3,5; SiO₂ - 58,5; CaO - 1,6; Al₂O₃ - 34,2; P₂O₅ - 0,26; S - 0,3; кварцит- SiO₂ - 97,0; Fe₂O₃ - 0,5; Al₂O₃ - 1,5, ал КЖ техникалық құрамы C - 30% болды; As = 52%; Vc=18%. Зерттеуге арналған сынамалар <1 мм фракцияға дейін дірілдеткіште мұқият ұнтақталған және жетекші элементтерді толық қалпына келтіруді ескере отырып жақсы араласқан.

Тәжірибелер жоғары температуралы 2073 К дейін ұстамалы температураның сатылы жоғарылауы кезінде көміртегімен қатты фазалы тотықсыздану режимі бойынша қондырғыда жүргізілді (сурет.1).

Дайындалған шихта біркелкі қабатпен дәнекерленген ұшы бар алунд түтігіне құйылды (қабаттың биіктігі-100 мм) және графит жылытқышы бар Тамман пешіне орналастырылды. Реакциялық түтіктің жоғарғы бөлігі ажыратылатын фланецтермен және келте құбырлармен тығыз жалғанған, газ анализаторы мен хроматографта сапалы талдауды анықтау, сондай-ақ газ мөлшерін бақылау мақсатында газ камерасы мен ГСБ-400 есептегішіне газ жинау және сынама алу үшін үштік жүйесі арқылы жалғанған.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»



1 сурет шихта материалдарының қалпына келуін зерттеуге арналған орнату схемасы

- 1-Тамман пешінің төсемі
- 2-пеш трансформаторы 80кВа
- 3-Алунд түтігі
- 4-графит түтігі
- 4-Термопара ВР 5/20
- 5-Милливольтметр МР-64-02
- 6 - шихта материалын ілу
- 7-GSB-400 газ есептегіші
- 8-газ сынамаларын алуға арналған газ камерасы
- 9 - GHL-1 газ анализаторы

Шолу әдістемесі

Тәжірибенің басында пеш 673 К дейін қыздырылды, ал жұмыс кеңістігі 4-5 минут бойы таза аргонмен үрленді. 673 К температурада және аргонмен үрлеу шихта бетінде адсорбцияланған CO_2 және H_2O оттегі бар газдардың іс жүзінде толық жойылуын қамтамасыз етеді. Бұдан әрі пешті қыздыруды жалғастыра отырып, кремний, алюминий және темірдің жетекші элементтерін қатты көміртегімен қалпына келтіру реакциясының басталуын күтті, газдың шығарылуының температурасы мен басталу уақытын бекітті. Шығарылған газ - газ камерасында жиналды, сол жерден талдау үшін сынамалар алынды.

Осыдан кейін газ камерадан газ есептегіш арқылы шығарылды. Газдың жинақталуы мен шығарылуының бұл реттілігі камерадан мезгіл-мезгіл шығарылатын газдың құрамын бақылауға, оның мөлшерін өлшеулер арасында бекітуге мүмкіндік берді. Газ шығару басталғаннан кейін жүйені одан әрі қыздыру: 1123 К температураға дейін қыздыру және 30 минут ұстау, ұшпа газдарды жою мақсатында, содан кейін температураны 2073 К дейін сатылы көтеру, онда қалпына келтіру процесі толық аяқталғанға дейін уақыт сақталды. Температураны өлшеу реакция түтігінің бетіне тікелей орнатылған ВР-5/20 термопарасымен және МР-94-02 милливольтметрмен жүргізілді.

Газ ГХЛ-1 ГОСТ 7018-85 аппаратында және CO_2 , CO және SiO газ хроматографында талданды. Бөлінетін газдың мөлшері мен құрамы бойынша CO_2 және CO түріндегі газдандырылған шихта оттегінің (г) мөлшері формулалар бойынша анықталды:

$$\Delta O_{(\text{CO}_2)} = 1,4285 \cdot 10^{-2} \cdot \text{CO}_2 \cdot V, \quad (1)$$

$$\Delta O_{(\text{CO})} = 0,7142 \cdot 10^{-2} \cdot \text{CO} \cdot V, \quad (2)$$

олардың сомасы

$$\Delta O = \Delta O_{(\text{CO}_2)} + \Delta O_{(\text{CO})} \quad (3)$$

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Кремний, алюминий және темір оксидтерінің газданатын оттегі бастапқы материалдың химиялық құрамы бойынша анықталды. Барлық ескерілген параметрлер болған кезде бастапқы шихтадағы оттегінің балансы, кг / кг шихтаны құрады:

$$O_{ш} = (48/160Fe_2O_3 + 32/60 SiO_2 + 16/56CaO + 16/40MgO + 48/102Al_2O_3 + 80/142P_2O_5) * 10^{-2} * H_{ш} \quad (4)$$

мұндағы $H_{ш}$ - шихта ілмегі

Шихтаның қалпына келу дәрежесі (3) және (4) шамаларының арақатынасынан анықталды

$$R = \Delta O / O_{ш}, \quad (5)$$

ал қалпына келтіру жылдамдығы – өрнек бойынша

$$\omega_B = \Delta R / \Delta t \quad (6)$$

мұндағы Δt - қалпына келтіру дәрежесінің өзгеруіне сәйкес келетін уақыттың өсуі $\Delta R = R_{i+1} - R_i$.

Тәжірибелер газдың бөлінуін тоқтатқанға дейін жалғасты, бұл берілген температурада кремний мен алюминийдің толық немесе шекті тотықсыздануын білдірді. Газ шығаруды тоқтатқаннан кейін алынған өнімнің тотығуын болдырмау үшін жүйеге таза аргон қайта енгізілді.

Эксперименттік мәліметтердің нәтижелері бойынша жылдамдық пен қалпына келтіру дәрежесінің процестің ұзақтығы мен температурасына, қалпына келтіру жылдамдығына тәуелділіктерінің графиктері салынған (сурет.2, а-д).

Кезең-кезеңімен реакция өнімдері химиялық және фазалық талдауға тапсырылды, сонымен қатар JEOL (Жапония) фирмасының растрлық электронды микроскопында жеке нүктелер бойынша элементтік құрамы анықталды.

Эксперимент нәтижелерін талдау.

Кремний мен алюминийді бірлесіп қалпына келтіру бойынша бірқатар эксперименттік мәліметтер негізінде мыналар анықталды :

1. $T=1123K$ (экспозиция 30-40 мин.) кезінде көміртекті қалдықтардың ұшпа газдарының қарқынды бөлінуі байқалды;

2. Шихтаның $T = 1923 K$ дейін қалпына келу дәрежесі 0.5-ке жетеді, қыздыру ұзақтығы 120 мин. (сурет.2, в, г);

3. Тәуелділік графиктерінде (сурет.2,а,б,д) қалпына келтіру жылдамдығы ұзақтығынан (τ), температурадан және қалпына келтіру дәрежесінен қалпына келтіру жылдамдығы ($W_B \cdot 10^{-3}$, мин $^{-1}$) 7-ден 16-ға дейін өседі, жылдамдығы 4-ке дейін төмендейді, (τ 60-90 мин.) кремний оксидтерінің диссоциациясына тән және оның кремний карбидінің түзілуіне қатысуы. Әрі қарай, қыздыру ұзақтығының артуымен қалпына келтіру жылдамдығының төмендеуі байқалады, өйткені кремний түзу үшін $SiC + SiO_2$ реакциясы жүреді.

4. Әр түрлі температурадағы газдарды талдау :

$T=1873 K$ кезінде: CO-72%, H_2 -8%, SiO-19%;

$T = 1973 K$ кезінде: CO-60%, Al_2O_3 -15%, SiO-25%;

$T = 2073 K$ кезінде: CO-52%, Al_2O_3 -18%, SiO-30%;

5. Металл фазалық реакция өнімдерін талдау:

$T = 1873K$ кезінде: C-2%, Si-6-8%, Fe-қалғаны.

$T=1973K$ кезінде : C-2%, Si-15-20%, Fe- қалғаны.

$T=2073K$ кезінде: Si-63,8%, Al-20,6%, Fe-15,7.

Жеке өзара әрекеттесулерді зерттеу нәтижелерін талдау кремний мен алюминий оксидтерін көміртегімен 1673-1873K температура аралығында бірлескен тотықсыздандыру кезінде кремний оксидтерінің диссоциациясы жүреді, содан кейін кремний карбидтері түзіледі деп есептеуге негіз береді. Температураның жоғарылауымен SiO-ның газ фазасына ауысуы карборундтың кремний диоксидімен әрекеттесуімен, ал алюминий субоксидінің пайда болуымен глинозем карборундтың жалпы реакциямен тотықсыздануымен байланысты:

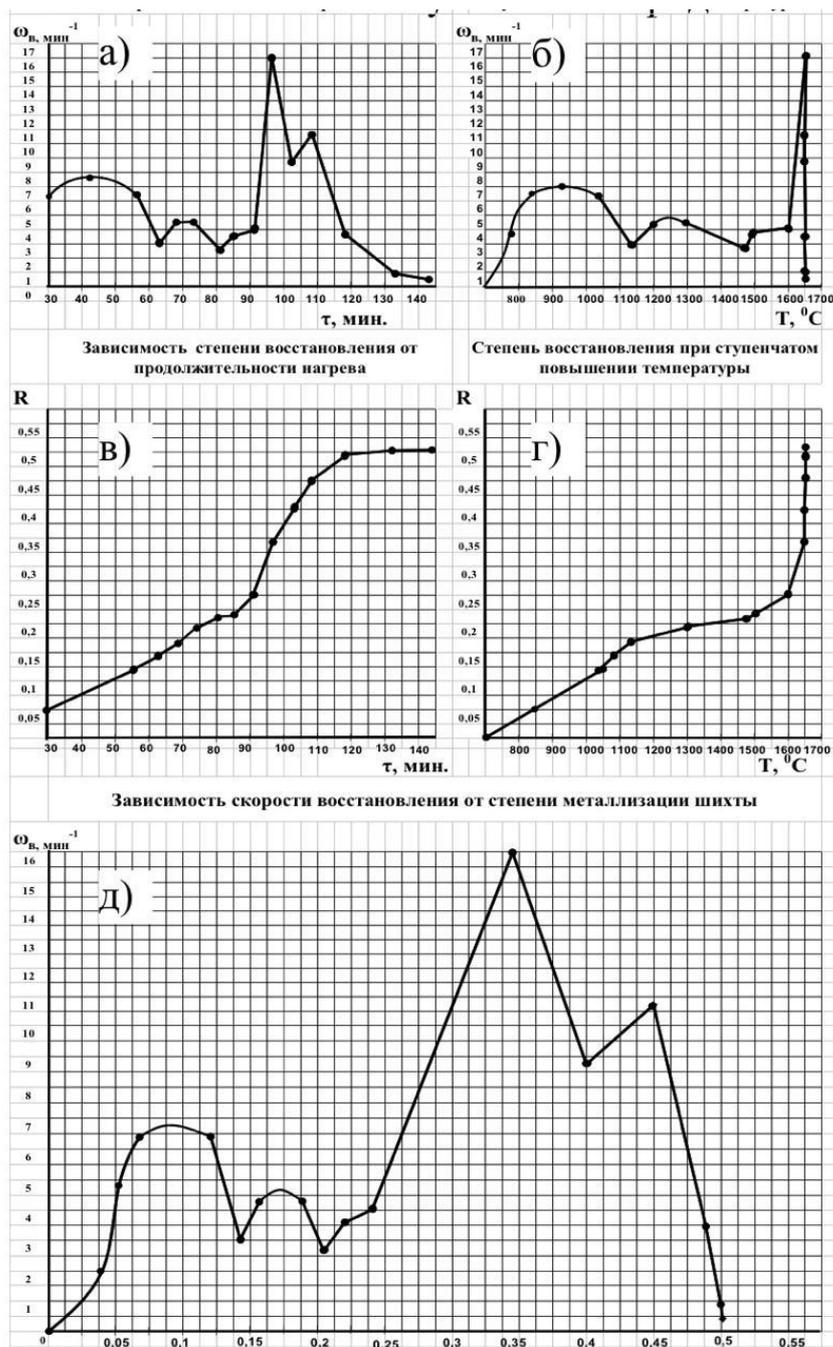


Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Нәтижелер және талқылау

2023 К-ден жоғары температураның жоғарылауымен бұл реакция айтарлықтай дамиды, нәтижесінде газ фазасы арқылы кремний мен алюминийдің жоғалуы байқалады.

Осылайша, кремний мен алюминий тотығының көміртегімен бірлескен тотықсыздануын зерттеу процесі бастапқыда бос кремний диоксиді, содан кейін муллитпен байланысқан тотықсызданатынын растады. 1873К жоғары температурада көміртектің барлығы дерлік кремний карбидтеріне қосылады. Кремний-алюминий қорытпасының пайда болуының алдында пайда болатыны анықталды алюминий субоксиді, ол кремний карбидімен $Al_2O_3 + SiC = Si + 2Al + CO$ реакциясы арқылы әрекеттеседі.



Сурет 2. Көміртекті тау жыныстарын қалпына келтірудің кинетикалық қисықтары

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Әдебиеттер тізімі

1. Al-Si-O-C жүйесіндегі өзара әрекеттесу реакцияларының термодинамикасына/ Вольпянов А.Г. және т. б.// металлургия институтының еңбектері. Свердловск, 1969, том. 19, 5-9
2. Хитрик С. И. және т.б. Металдарды қалпына келтіру механизмі және кинетикасы. М.: ғылым, 1970, б. 178-186
3. Күрделі құрамды шахталарда тотықсыздандырудың кейбір термодинамикалық және кинетикалық ерекшеліктері / Медведев Г. В., Лаппо С.И. // металдарды тотықсыздандыру процестерінің термодинамикасы және кинетикасы. М.: ғылым, 1972, 55-58 беттер
4. Fe-Al-Si-C-O жүйесіндегі өзара әрекеттесу механизмі/А.Х. Нұрымғалиев, Байсанов С.О. // "Металлургиядағы ғылыми-техникалық прогресс" халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері. Теміртау, 2003, с.242-250.

А.Х. Нұрумғалиев, Г.А.Булекова, А.Т. Пушанова

Восстановление кремния и алюминия из углеродных отходов

В статье представлены результаты термогравиметрического исследования совместного восстановления кремния и алюминия из углеродных отходов. В данном процессе первоначально восстанавливается свободный диоксид кремния, затем связанный с муллитом. При температурах выше 1873К практически весь углерод включается в карбиды кремния. Установлено, что перед образованием кремний-алюминиевого сплава происходит образование алюминиевых субоксидов, взаимодействующих с карбидом кремния.

Ключевые слова: Кремний, Алюминий, Сплав, Восстановление, Термогравиметрическое исследование, Углерод, Карбид кремния, Ферросплав, Печь Таммана.

A.Kh. Nurumgaliev, G.A.Bulekova, A.T.Pushanova

Co-reduction of silicon and aluminum from carbon waste

The article presents the results of a thermogravimetric study on the co-reduction of silicon and aluminum from carbon waste. In this process, free silicon dioxide is initially reduced, followed by its mullite-bound form. At temperatures above 1873K, almost all carbon participates in the formation of silicon carbides. It was established that before the formation of the silicon-aluminum alloy, aluminum suboxides are formed, which react with silicon carbide.

Key words: Silicon, Aluminum, Alloy, Reduction, Thermogravimetric analysis, Carbon, Silicon carbide, Ferroalloy, Tamman furnace.

References

- 1 Thermodynamics of Interaction Reactions in the Al-Si-O-C System / Vopyanov A.G. et al. // Proceedings of the Metallurgy Institute. Sverdlovsk, 1969, vol. 19, pp. 5-9
- 2 Mechanism and Kinetics of Metal Reduction / Khitrik S.I. et al. // M.: Science, 1970, pp. 178-186
- 3 Some Thermodynamic and Kinetic Features of Reduction in Complex-Composition Ores / Medvedev G.V., Lappo S.I. // Thermodynamics and Kinetics of Metal Reduction Processes. M.: Science, 1972, pp. 55-58
- 4 Mechanism of Interaction in the Fe-Al-Si-C-O System / Nurymgaliev A.Kh., Baisanov S.O. // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Scientific and Technical Progress in Metallurgy». Temirtau, 2003, pp. 242-250

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»GTAMP 53.31.21
ЭОЖ: 669[DOI: 10.4411/s0031-019-354](https://doi.org/10.4411/s0031-019-354)А.А. Абілберікова¹, Е. Қ. Қуатбай¹, Ж.Н. Юсупова², М.Р. Ахметова²¹Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
²Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан
(E-mail: abilberikova90@mail.ru)**Силикотитанды карботермиялық әдіспен балқыту технологиясын зерттеу**

Мақалада бай титан қожын (БТҚ), жоғары күлді көмірді және кварцитті қолдана отырып, карботермиялық әдіспен қожысыз силикотитанды балқыту технологиясы зерттеледі. Кентермиялық пеште ірі зертханалық сынақтар жүргізілді, шикіқұрам құрамының балқу тұрақтылығына әсері анықталды. Титан карбидтерінің түзілуін болдырмау және электротермиялық үдерісті тұрақтандыру үшін кварцитті қосу қажеттілігі анықталды. JEOL JSM-7001F растрлық электронды микроскопының көмегімен жасалған микроқұрылымдық талдау күрделі интерметаллидтерді ($Al_{10.9}Fe_{60}Si_{25.9}Ti_{3.2}$, FeSiTi, TiSi₂, FeSiAl) және бос кремнийді анықтады. Алынған нәтижелер өндіріс құнын төмендету және қорытпаның пайдалану қасиеттерін жақсарту арқылы әдістің болашағын растайды. Фазалық құрамды одан әрі зерттеу, шикіқұрам құрамын оңтайландыру және титан мөлшерін 30-35% дейін арттыру жоспарлануда.

Кілт сөздер: силикотитан, бай титан қожы, жоғары күлді көмір, карботермиялық әдіс, ірі зертханалық сынақтар.

Кіріспе

Төмен және жоғары пайыздық ферротитан «шағын ферроқорытпалар» немесе арнайы ферроқорытпалар тобына жатады. Оларды легірлеуде қолдану никель-хром және хром негіздерінде ерекше қасиеттері бар болаттар мен шойындарға жоғары сапа береді және бұйымдардың металл сыйымдылығын төмендетеді. Соңғы жылдары ферротитан тапшылығына байланысты болат балқыту өндірісінде құрамында титан бар жартылай фабрикаттардың балама түрлері (губка, металлдық титан қалдықтары және т.б.) қолданылады.

Өткен ғасырдың екінші жартысында арнайы ферроқорытпалардың сапасына қойылатын талаптар айтарлықтай өсті. Арнайы ферроқорытпалардың сапасы мен өндіріс көлемінің стандарттарын арттыра отырып, өнімнің өзіндік құнының төмендеуі металлургияның өзекті мәселелерінің біріне айналды [1].

Шағын ферроқорытпалар өндірісінде өнімнің өзіндік құнының едәуір бөлігін пайдаланылатын шикізаттың құны құрайды. Ферротитан жағдайында негізгі шығындар қымбат алюминий тотықсыздандырғыштарға тиесілі. Титан концентраттарын алюминотермиялық тотықсыздандыру әдісімен ферротитан өндірудің металлургиялық тәжірибесінде пештен тыс балқыту әдісі кеңінен қолданылады. Балқыту шикіқұрамы титан концентраты, алюминий ұнтағы, ферросилиций FeSi75, бай темір рудасы мен әктен тұрады [2, 3].

Бұл технология жиналмалы металлургиялық кеніште қосымша жылу берусіз ферротитанды балқытуға негізделген, құрамында 20-35% титан бар қорытпа алынады.

Алайда, термодинамикалық тұрақты темір тотықтарын тотықсыздандыру үшін алюминийді балқытудың қажетті жылу режимін сақтау мақсатында пайдалану оның қымбаттығына байланысты экономикалық тұрғыдан тиімді емес. Бұл жағдайда бөлінетін жылу тотығу-тотықсыздану үдерістерін толығымен аяқтау үшін жеткіліксіз.

Ұсынылған технологияның айрықша ерекшелігі – бастапқы шикізат ретінде бай титан қожын (БТҚ) және жоғары күлді көмірді пайдалана отырып, силикотитанды балқыту әдісінің бір сатылы болуы, бұл балқытылатын силикотитанның өзіндік құнын айтарлықтай төмендетеді.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Әдістер мен материалдар

Ұсынылған технологияны балқытудың технологиялық параметрлерін пысықтау мақсатында БТҚ, жоғары күлді көмір және кварцитті пайдалана отырып, кен-термиялық пеште силикотитанды балқыту бойынша ірі зертханалық сынақтар жүргізілді [4]. Шикіқұрам компоненттерінің химиялық құрамы 1-кестеде келтірілген.

1-кесте – Шикіқұрам компоненттерінің химиялық құрамы

Материал	Химиялық құрамы, %					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe _{общ}	CaO	MgO
Жоғары күлді көмірдің күлі	59,8	32,1	-	1,63	2,3	0,39
Бай титан кожы	6,72	12,32	67,35	13,03	0,43	0,15
Кварцит	97,05	0,76	-	0,46	0,77	0,2

Сынақтар Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты жағдайында карботермиялық тәсілмен 200 кВА трансформатордың қуаты бар кен-термиялық пеште жүргізілді. Электр пеш қайталама кернеуді реттеудің 18-ден 49 В-қа дейінгі төрт сатысымен жабдықталған. Пештің түбі мұқият тығыздалған электр өткізгіш пеш түбінің массасынан жасалған. Тәжірибе үшін пешті шамот отқа төзімді кірпішпен қайта өңдеп, тігістерді шамот ұнтағымен толтырды. Реакция аймағындағы температура диаметрі 150 мм графит электродымен доғаны разрядтау арқылы қамтамасыз етілді. Пештің түбінің беті тотықсыздану аймағынан балқыманың оңай шығуын қамтамасыз ету үшін летка кеңістігіне қарай 5-7° бұрышпен еңкейтілген. Летканы ашу және күйдіру үшін графитті электродпен жабдықталған күйдіру жүйесі жасалып, орнатылды. Летка тесігін жабу үшін отқа төзімді саз бен электрод массасының ұсақ бөлшектерінен жасалған конустық тығындар қолданылды.

Пеш 12 сағат бойы электр тоғын өткізгіш ретінде коксты төсенішті пайдалану арқылы қыздырылды. Қыздыру аяқталғаннан соң ванна коксты төсеніштің қалдықтарынан толық тазартылды. Қыздыру кезеңіндегі электрлік режим: кернеу – 24В, электродтардағы жүктеме – 90-100 А.

Шикіқұрам материалдары пешке тиемес бұрын 0-35 мм өлшемге дейін ұсақталды.

Технологиялық үдеріс келесідей жүргізілді: алдын ала қыздырылған пеш ваннасына бірінші құрамдағы шикіқұрам (2-кесте) шағын порциялармен енгізілді. Пеш колошнигінің жұмысы бүкіл беті бойынша біркелкі газ бөлінуімен сипатталды.

2-кесте – Шикіқұрам материалдарының өлшемі

№	БТҚ, кг	Көмір, кг	Кварцит, кг
1	4,5	20	4
2	9,5	20	-
3	6,5	20	2

Летка тесігін ашу электрлік күйдіру немесе темір шыбық арқылы жүргізілді. Металл әр 2 сағат сайын каскад түрінде орналастырылған шойын қалыптарға құйылып шығарылды.

Бірінші құрамдағы шикіқұраммен пештің жұмысы балқыту үдерісінің тұрақтылығы және біркелкілігімен, сондай-ақ электродтардың терең отыруымен сипатталды. Жұмыс кернеуі 24В болды.

Екінші құрамдағы шикіқұрамға көшу шикіқұрам құрамынан кварцитті алып тастау және бай титан кожының мөлшерін 9,5 кг-ға дейін арттыру арқылы жүзеге асырылды. Жұмыс кернеуі 36В-қа дейін көтерілді. Алайда, екінші құрамдағы шикіқұрамға ауысқаннан кейін балқыту үдерісі күрт нашарлап, нәтижесінде электродтардың үнемі жоғары отыруы байқалды. Бұл пеш ваннасының түбінде титан карбидтерінің түзілуіне байланысты болды. Түзілген карбидтер металды шығару үшін летканы ашуға мүмкіндік бермеді. Айта кету керек, летканы ашу кезінде темір шыбықтың шамадан тыс көп пайдаланылуы темірдің қорытпаға түсуіне әкеліп, алынған металдың сапасын төмендетті. Үдерісті тұрақтандыру үшін әр фазаға 1,5 кг кварцит пен 0,5 кг жоңқа түрінде қоспалар енгізілді. Кейін электродтардың терең отыруын қамтамасыз ету үшін пеш ваннасы қайта балқытылды.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Пешті қайта балқытудан соң пеш түбінен металды төгу және электродтардың терең отыруын қалпына келтіру жұмыстарынан кейін үшінші құрамдағы шикіқұрамға және 24В кернеуге ауысты. Бұдан әрі үдеріс тұрақты жүрді. Металл әр 2 сағат сайын жоспарға сәйкес шойын қалыптарға құйылып шығарылды. Суығаннан кейін металл мен қожды ажыратылды және өлшенді. Содан кейін олардың химиялық құрамын анықтау үшін сынамалар алынды.

Нәтижелер және талқылау

Алынған металдың химиялық құрамы 3-кестеде келтірілген мәліметтермен сипатталады.

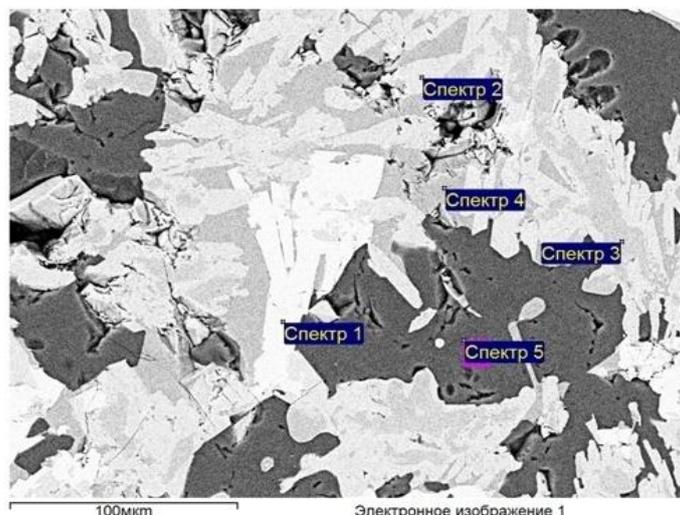
3-кесте – Алынған металдың химиялық құрамы

Металл шығарылымы №	Металл, %					
	Al	Fe	Si	C	Ti	Ba
1	9,25	15,3	44,7	0,51	21,54	0,16
2	8,33	15,44	53,82	0,35	20,99	0,14
3	9,88	19,53	44,51	0,97	16,45	0,27
4	9,57	13,56	46,2	1,12	12,6	0,14
5	10,58	40,03	37,06	0,6	10,84	0,09
6	10,42	33,94	34,54	1,39	12,9	0,26
7	10,22	24,66	34,67	3,62	13,29	0,29
8	10,99	33,8	40,13	0,56	11,39	0,14
9	12,03	27	41,12	0,73	14,25	0,19
10	13,62	17,65	46,79	0,71	15,16	0,18
11	12,75	10	53,61	0,63	15,28	0,15
12	14,58	15	47,2	0,6	16,02	0,23
13	15,93	8,2	55,59	0,51	11,57	0,14
14	16,13	4,8	63,89	0,51	6,68	0,26
15	11,15	8,8	61,51	0,58	10,34	0,14
16	14,66	7,3	62	0,46	9,72	0,08
17	11,95	9	62,66	0,28	11,64	0,14

Шикіқұрам құрамының әртүрлі нұсқаларында жүргізілген ірі зертханалық эксперименттер сериясының нәтижесінде бойынша жоғары күлді көмір түрін қолдану кезінде шикіқұрам құрамына кварцитті міндетті түрде қосу қажеттілігі анықталды. Болашақта титан мөлшерін 30-35% деңгейіне дейін арттыру мүмкіндігін қарастыру жоспарлануда [4].

Силикотитан үлгілерінің микроструктурасын зерттеу үшін JEOL JSM-7001F сканерлеуші электрондық микроскопы пайдаланылды. Зерттеу үшін 2-шығарылымдағы силикотитан үлгісі (1-кесте) алынды. Титан қорытпаларының микроструктурасы ерекше әртүрлілігімен ерекшеленеді. Бұл олардың көпфазалы жүйе болуымен түсіндіріледі. Сондықтан титан қорытпаларының микроструктурасын талдау күрделі және жауапты міндет болып табылады [5]. 1-суретте силикотитанның микроструктурасы көрсетілген.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»



1-сурет – «JEOL-JSM7001F» электрондық микроскопында 400 мкм үлкейту кезінде силикотитанның микроструктурасы

1-суреттен көрініп тұрғандай, 1-спектр ашық ақ түсті фазамен ұсынылған және шағын аумақты алып жатыр (4 және 5-кестелер). Химиялық құрамы бойынша бұл спектр ($\text{Al}_{10,9}\text{Fe}_{60}\text{Si}_{25,9}\text{Ti}_{3,2}$) фазасына сәйкес келеді. 2-спектр ашық сұр түспен көрсетілген, жалпы ауданның шамамен 27%-ын қамтиды және сыртқы белгілері мен химиялық құрамы бойынша (FeSiTi) фазасына сәйкес келеді.

4-кесте – Силикотитанның химиялық талдау нәтижелері (салмақтық үлес бойынша)

Спектрлер	Салмақ бойынша элементтердің мөлшері, %					
	Al	Si	Ti	Cr	Mn	Fe
1-Спектр	3,4	34,0	28,7	0,9	5,0	27,9
2-Спектр	0,5	50,5	35,2	2,0	1,1	10,8
3-Спектр	0,4	54,1	44,0	1,1	0,2	0,3
4-Спектр	35,4	35,6	0,4	0,4	3,6	24,7
5-Спектр	0,1	99,6	0,2	0,0	0,0	0,2
Орташасы	7,9	54,8	21,7	0,9	2,0	12,8
Стандартты ауытқу	15,4	26,6	20,3	0,7	2,2	13,1
Макс.	35,4	99,6	44,0	2,0	5,0	27,9
Мин.	0,1	340	0,2	0,0	0,0	0,2

3-спектр электрондық көрсеткіштер мен химиялық талдау деректері бойынша (салмақтық үлес: 44% Ti және 54% Si; атомдық үлес сәйкесінше; 31% және 66%) титан дисилициді (TiSi_2) фазасына сәйкес келеді. 4-спектр жалпы ауданның шамамен 9%-ын қамтиды және рентгенқұрылымдық, микроструктуралық және электрондық талдау әдістерін кешенді қолдану нәтижесінде (FeSiAl) фазасы ретінде анықталды. 5-спектр қою сұр түспен көрсетілген. Бұл фазаның ерекшелігі – оның құрамында салмақтық үлесі 99,6% және атомдық үлесі 99,8% дейін жететін таза кремнийдің болуы. Бұл құрылымдық түрде бос кремний (Si) ретінде сәйкестендірілді.

3-кесте – Силикотитанның химиялық талдау нәтижелері (атомдық)

Спектрлер	Элементтердің атомдық мөлшері, %					
	Al	Si	Ti	Cr	Mn	Fe
1-Спектр	4,9	47,6	23,6	0,7	3,6	19,6
2-Спектр	0,7	64,1	26,2	1,3	0,7	6,9
3-Спектр	0,5	66,7	31,8	0,7	0,1	0,2
4-Спектр	42,3	40,8	0,3	0,2	2,1	14,3

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

5-Спектр	0,1	99,8	0,1	0,0	0,0	0,1
Орташасы	9,7	63,8	16,4	0,6	1,3	8,2
Стандартты ауытқу	18,3	22,9	15,1	0,5	1,5	8,7
Макс.	42,3	99,8	31,8	1,3	3,6	19,6
Мин.	0,1	40,8	0,1	0,0	0,0	0,1

Қорытынды

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде силикотитан қорытпасында белсенді элементтер (Si, Al, Fe және Ti) күрделі интерметаллидтер түрінде кездесетіні анықталды. Оларға ($Al_{10,9}Fe_{60}Si_{25,9}Ti_{3,2}$), (FeSiTi), ($TiSi_2$) және FeSiAl фазалары жатады. Бұл қосылыстар болатты легірлеу және модификациялау кезінде тотықты қосылыстардың глобуляризациялануына ықпал етеді, бұл қарапайым, сапалы және құйма болат маркалары үшін маңызды.

Осылайша, ірі зертханалық сынақтар барысында БТҚ, жоғары күлді көмір және кварцитті пайдалана отырып, карботермиялық өжсyz әдіспен силикотитан қорытпасын балқыту мүмкіндігі принципті түрде дәлелденді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Дубровин А.С. Металлотермия специальных сплавов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 54с.
- 2 Плинер Ю.Л., Сучильников С.И., Рубинштейн Е.А. Аллюминотермическое производство ферросплавов и лигатур. – М.: Металлургиздат, 1963. – 175с.
- 3 Плинер Ю.А., Игнатенко Г.Ф. Восстановление окислов металлов алюминием, 1967. – 249с.
- 4 Абилбериков А.А., Байсанов А.С., Оспанов Н.И. Крупнолабораторные исследования по выплавке силикотитана с алюминием в руднотермической печи с мощностью трансформатора 200 кВ·А. Труды Международной научно-практической конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан - 2030». (Сагиновские чтения №4). 28-29 июня 2012г. Часть III. 177-179 с.
- 5 Борисов Е. А., Бочкар Г. А. и др. - Металлография титановых сплавов. – Москва. - 1980. - С. 21-24

А.А. Абилберикова, Е.Қ. Қуатбай, Ж.Н. Юсупова, М.Р. Ахметова

Исследование технологии плавки силикотитана карботермическим методом

В статье исследуется технология выплавки силикотитана карботермическим бесшлаковым способом с использованием богатого титанового шлака (БТШ), высокозольных углей и кварцита. Проведены крупно-лабораторные испытания в рудно-термической печи, выявлено влияние состава шихты на стабильность плавки. Установлена необходимость включения кварцита для предотвращения образования карбидов титана и стабилизации электротермического процесса. Микроструктурный анализ, выполненный с помощью растрового электронного микроскопа JEOL JSM-7001F, выявил сложные интерметаллиды ($Al_{10,9}Fe_{60}Si_{25,9}Ti_{3,2}$, FeSiTi, $TiSi_2$, FeSiAl) и свободный кремний. Полученные результаты подтверждают перспективность метода, снижая себестоимость производства и улучшая эксплуатационные свойства сплава. Планируется дальнейшее исследование фазового состава, оптимизация состава шихты и повышение содержания титана до 30–35%.

Ключевые слова: силикотитан, богатый титановый шлак, высокозольный уголь, карботермический способ, крупно-лабораторные испытания.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

A.A. Abilberikova, Ye. K. Kuatbay, Zh.N. Yussupova, M.R. Akhmetova

Investigation of the technology of melting of silicotitan by carbothermic method

The article explores the technology of smelting silicotitan by a carbothermal slag-free method using rich titanium slag (RTS), high-ash coals and quartzite. Large-scale laboratory tests were carried out in an ore-thermal furnace, and the effect of the charge composition on melting stability was revealed. The need to include quartzite has been established to prevent the formation of titanium carbides and to stabilize the electrothermal process. Microstructural analysis performed using a JEOL JSM-7001F scanning electron microscope revealed complex intermetallides ($\text{Al}_{10.9}\text{Fe}_{60}\text{Si}_{25.9}\text{Ti}_{3.2}$, FeSiTi , TiSi_2 , FeSiAl) and free silicon. The results obtained confirm the promising nature of the method, reducing production costs and improving the operational properties of the alloy. It is planned to further study the phase composition, optimize the charge composition and increase the titanium content to 30-35%.

Keywords: silicotitan, rich titanium slag, high-ash coal, carbothermal method, large-scale laboratory tests.

References

- 1 Dubrovín A.S. Metallurgy of Special Alloys. – Chelyabinsk: Publishing House of SUSU, 2002. – 54 pages.
- 2 Pliner Yu.L., Suchilnikov S.I., Rubinstein E.A. Alumino-Thermic Production of Ferroalloys and Ligatures. – M.: Metallurgizdat, 1963. – 175 pages.
- 3 Pliner Yu.A., Ignatenko G.F. Reduction of Metal Oxides with Aluminum, 1967. – 249 pages.
- 4 Abilberikov A.A., Baisanov A.S., Ospanov N.I. Large-Scale Laboratory Research on the Smelting of Silicotitanium with Aluminum in an Ore-Thermal Furnace with a Transformer Capacity of 200 kVA. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Science and Education - the Leading Factor of the Strategy 'Kazakhstan - 2030'." (Saginov Readings No. 4). June 28-29, 2012. Part III. 177-179 pages.
- 5 Borisov E.A., Bochkarev G.A. et al. – Metallography of Titanium Alloys. – Moscow. - 1980. - Pages 21-24.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»GTAMP 53.37.29
ЭОЖ 669.715[DOI: 10.4411/s0031-019-352](https://doi.org/10.4411/s0031-019-352)

М.Ж. Абишкенов., И.С.Тавшанов

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: m.abishkenov@ttu.edu.kz)***Алюминий матрицалық композиттер алуда қолданылатын араластыра отырып құю әдісі мен армируші материалдарға қысқаша шолу**

Бұл жұмыста Scopus деректер базасындағы (ДБ) жарияланымдарды қолдана отырып алюминий матрицалық композиттер алуда қолданылатын араластыра құю әдісі мен армируші материалдарға қысқаша шолу жасалды. Шолу нәтижесінде АМК алуда қолданылатын басты әдістер ұнтақты металлургия (39%) және араластыра отырып құю (39,1%) екендігі және өнімділігі мен қарапайымдылығына орай екінші әдістің неғұрлым тиімді екендігі анықталды. Араластыра отырып құю әдісімен алынған АМК-лердің зерттелетін сипаттамаларының үлесін талдау нәтижесінде композиттің беріктігі, пластикалығы және қаттылығы басты назар аударылуы тиіс сипаттамалар екендігі айқындалды. Алюминий қорытпалары сериялары бөлінісінде араластыра отырып құю әдісімен алынған АМК бойынша зерттеулердің үлесін талдау нәтижесінде АМК өндіру үшін негізінен пайдалану қасиеттері жоғары 6000, 7000, 1000, 2000 сериялардың қорытпалары жиі қолданылатыны анықталды. Армируші материалдар кластары бөлінісінде араластыра отырып құю әдісімен алынған АМК бойынша зерттеулердің үлесін талдау нәтижесінде карбидтер класы ең көп таралған армируші материал болып табылатыны белгілі болды.

Түйін сөздер: алюминий матрицалық композиттер (АМК), араластыра отырып құю әдісі, армируші материалдар, Scopus деректер базасы, АМК сипаттамалары, алюминий сериялары, карбидтер, қалдықтар.

Кіріспе

Алюминийлік матрицалық композиттер (АМК) өндірудің негізгі тұжырымдамасы жеңіл және оңай балқитын алюминий мен оның қорытпаларын (алюминий матрицасын) органикалық және бейорганикалық армируші материалдармен [1] күшейту немесе армиру арқылы сапасы анағұрлым жоғары алюминий материалдар алу болып табылады. Мұнда органикалық және бейорганикалық армируші материалдарды таңдау салмақ, беріктік, шығындар және пайдалану шарттары сияқты нақты қолдану талаптарына байланысты.

Алюминий матрицасының құрамына бір немесе бірнеше армируші органикалық және / немесе бейорганикалық материалдар қосылуы мүмкін. Осыған сүйене отырып, АМК шартты түрде бинарлы және гибриді болып бөлінеді [2] және олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен қолдану салалары бар. Оларды таңдау нақты талаптар мен жұмыс жағдайларына, сондай-ақ соңғы өнімнің қажетті механикалық қасиеттеріне байланысты. Соңғы уақытта әртүрлі ауылшаруашылық және өнеркәсіптік қалдықтарды армируші материал ретінде пайдалана отырып, бинарлы және гибриді АМК алу технологияларын әзірлеу және зерттеу бойынша ғылыми-өндірістік қызығушылық артып келеді [3, 4].

АМК-дағы армируші материалдар екі негізгі пішінде ұсынылуы мүмкін: бөлшектер түрінде және талшықтар түрінде. Бұл формалардың әрқайсысының артықшылықтары мен кемшіліктері, сондай-ақ [5] шолуда егжей-тегжейлі сипатталған нақты қолдану салалары бар.

Қазіргі таңда АМК өндірісі үш негізгі категорияға жіктеуге болатын әртүрлі технологиялық әдістерді қамтиды: қатты, жартылай қатты және сұйық әдістер [6]. Әдістердің әрқайсысының күшті және әлсіз жақтары бар. Қатты әдістер армирудің жоғары біркелкілігін қамтамасыз етеді, жартылай

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

қатты әдістер өңдеу икемділігімен ерекшеленеді, ал сұйық әдістер күрделі пішінді бөлшектерді алуға мүмкіндік береді, сондай-ақ технологиялық тұрғыдан қарапайым және өзіндік құны бойынша ең үнемді әдістер болып табылады. Осы әдістердің үздіксіз дамуы мен жетілдірілуінің арқасында қазіргі уақытта АМК металл матрицалық композиттердің әлемдік нарығының ең үлкен сегментіне айналды және беріктіктің, қаттылықтың және салмақтың оңтайлы балансын, коррозияға төзімділіктің жақсаруы, трибологиялық, термиялық және басқа сипаттамалар сияқты бірқатар инженерлік маңызды қасиеттердің арқасында АМК инженерлік қолдану үшін перспективалы құрылымдық материалға айналды [7-9].

Бұл жұмыстың мақсаты Scopus деректер базасындағы (ДБ) жарияланымдарды қолдана отырып АМК алуда қолданылатын араластыра құю әдісі мен армирлеуші материалдарға жүйелі қысқаша шолу болып табылады.

Шолу әдістемесі

Жұмыс мақсатын орындау үшін Scopus ДБ-да бастапқы ақпаратты егжей-тегжейлі жинау, өңдеу және талдау жүргізілді және деректер осы күнтізбелік жылы өзектендірілді және есепке енгізілді. Бастапқы ақпаратты жинау (жарияланымдардың барлық түрлері, барлық тілдерде) Scopus ДБ-да барлық жылдар бойы жарияланған мақалалардың атаулары, аңдатпалары мен кілт сөздері шегінде көп деңгейлі іздеу сұрауы (AND операторы) қағидаты бойынша орындалды, әрі қарай деректерді өңдеу және талдау жүргізілді. Кезеңдер мен іздеу сұраулары төменде берілген.

1-кезең. АМК алудың басты әдісін анықтау. Scopus ДБ-да екі деңгейлі іздеу сұрауы: «Aluminium matrix composite» («Алюминий матрицалық композит») AND «ағылшын тілінде АМК дайындау тәсілінің атауы» («Powder metallurgy» – «Ұнтақты металлургия»; «Stir casting» – «Араластыра отырып құю»; «Isostatic pressing» – «Изостатикалық пресстеу»; «Squeeze casting» – «Қысыммен құю»; «Spray deposition» – «Бұрқу арқылы тұндыру»; «Electroplating» – «Гальванизация»; «Vapour deposition» – «Бу фазасынан физикалық тұндыру»).

2-кезең. Араластыра құю әдісімен алынған АМК-лердің негізгі сипаттамаларын анықтау. Scopus ДБ-да үш деңгейлі іздеу сұрауы: «Aluminium matrix composite» («Алюминий матрицалық композит») AND «Stir casting» («Араластыра отырып құю») AND «ағылшын тіліндегі сипаттамалар» («Strength» - «Беріктігі»; «Corrosion» – «Антикоррозиялық қасиеттері»; «Thermal» – «Термиялық қасиеттері»; «Machinability» – «Механикалық әдістермен өңделгіштік шамасы»; «Cost» - «Үнемділік немесе құны»; «Lightweight» – «Композит салмағының жеңілдігі»; «Ductility» – «Пластикалығы»; «Wear» – «Тозуға төзімділігі»; «Hardness» – «Қаттылығы»).

3-кезең. Қолданалытын негізгі алюминий матрицаларын анықтау. Scopus ДБ-да үш деңгейлі іздеу сұрауы: «Aluminium matrix composite» («Алюминий матрицалық композит») AND «Stir casting» («Араластыра отырып құю») AND «металл инженериясындағы ең көп таралған алюминий мен оның қорытпалары» (1000-серия қорытпалары: «Pure aluminium» – «Таза алюминий», «1050», «1100», «1350»; 2000-серия қорытпалары: «2014», «2024», «2618»; 3000-серия қорытпалары: «3003»; 4000-серия қорытпалары: «4032»; 5000-серия қорытпалары: «5083», «5052»; 6000-серия қорытпалары: «6061», «6063», «6082»; 7000-серия қорытпалары: «7075», «7050», «7068»; 8000-серия қорытпалары: «8011», «8090», «8030»; Cast Al немесе құю қорытпалары: «356», «413»).

4-кезең. Алюминий матрицасы мен армирлеуші материалдардың негізгі комбинацияларын анықтау. Scopus ДБ-да үш деңгейлі іздеу сұрауы: «Aluminium matrix composite» («Алюминий матрицалық композит») AND «Stir casting» («Араластыра отырып құю») AND «ағылшын тіліндегі армирлеуші материалдардың ең көп таралған кластары» («Oxides» – «Оксидтер»; «Nitrides» – «Нитридтер»; «Carbides» – «Карбидтер»; «Borides» – «Боридтер»; «Wastes» – «Қалдықтар»).

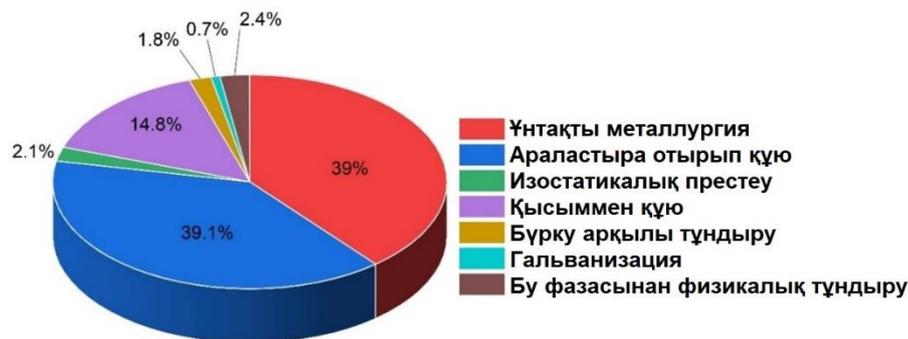
5-кезең. Армирлеудің негізгі салмақтық пайыздық құрамдарын (wt%) анықтау.

Нәтижелер және талқылау

1-кезең бойынша алынған мәліметтер талданды және диаграмма түрінде ұсынылды (сурет 1). Диаграмма бойынша АМК алудың негізгі әдістері ұнтақты металлургия және араластыра құю әдістері болып табылатынын, ал қалған әдістердің үлесі арнайыландырылған жабдықты талап ету және технологиялық күрделілік себептері бойынша жиынтықта шамамен 20% ғана құрайтынын байқауға

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

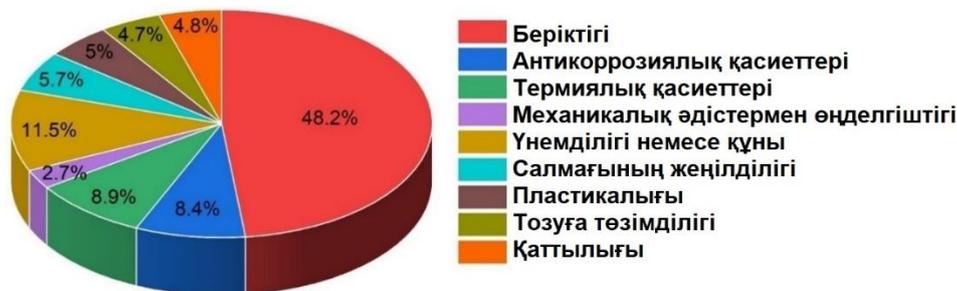
болады.



Сурет 1. Алу немесе дайындау әдістері бөлінісінде АМК бойынша зерттеулердің үлесі (Scopus ДБ, 2024 жыл)

Ұнтақты металлургия әдістері кең таралған, өйткені мұнда армируші материал мен алюминий арасында интерфейстің өзара әрекеттесуі болмайды [5]. Дегенмен, араластыра отырып құю әдетте арзанырақ, өйткені ол ұзақ пресеу және біріктіре пісіру қадамдарын қамтитын ұнтақты металлургия процестерімен салыстырғанда өндіріс уақытын айтарлықтай қысқартады. Сонымен қатар, құю габаритті дайындамалар мен бөлшектерді айтарлықтай қиындықсыз жасауға мүмкіндік береді, ал ұнтақты металлургияда пресеу және біріктіре пісіру кезінде өлшем шектеулеріне байланысты үлкен және күрделі бөлшектерді жасау анағұрлым қиын. Бұдан бөлек, араластыра отырып құю әдісі қазіргі таңда үздіксіз жетілдіріліп келе жатқан әдістердің бірі және композиттердің қасиеттерін жақсарту үшін ультрадыбыстық, вакуумдық, қысыммен құю секілді басқа әдістермен оңай біріктіріледі [1].

2-кезең бойынша алынған мәліметтер талданды және диаграмма түрінде ұсынылды (сурет 2). Диаграмма алынған соңғы АМК-ның негізгі зерттелетін сипаттамасы беріктік екенін көрсетеді. Бұл армиру арқылы бастапқы алюминийдің механикалық беріктігін арттыру АМК-ны әзірлеудегі негізгі мәселе болуымен түсіндіріледі.



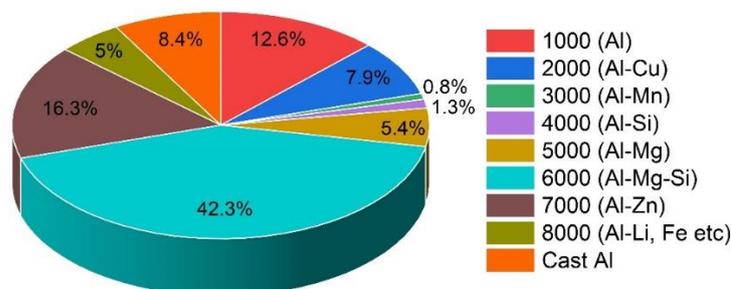
Сурет 2. Араластыра отырып құю әдісімен алынған АМК-лердің зерттелетін сипаттамаларының үлесі (Scopus ДБ, 2024 жыл)

Диаграммада пластикалықтың рөлі төмен болғанымен (5%), бұл қате, өйткені диаграмма сұруларға ғана негізделген және көптеген зерттеулерде пластикалық әрқашан дерлік беріктікпен бірге және бір сынақ жабдығында анықталады. АМК үшін пластикалықтың маңызы беріктіктен кем емес, өйткені композиттерді қолданудың көптеген салалары жоғары беріктікті ғана емес, сонымен қатар деформациялану қабілетін де қажет етеді. Беріктік пен пластикалық жиі қайшы келетінін, дәлірек айтқанда, беріктіктің жоғарылауы икемділіктің төмендеуіне әкелу мүмкіндігінің аса жоғары екендігін ескеру маңызды. Сондықтан, АМК-ны жобалау кезінде қолдану мақсатына байланысты аталған қасиеттердің оңтайлы балансын қамтамасыз ету қажет. Сонымен қатар, АМК-ның негізгі сипаттамаларының бірі қаттылық болып табылады, өйткені ол композиттің тозуға төзімділігі, беріктігі және қолдану ұзақтығы сияқты пайдалану қасиеттеріне тікелей әсер етеді. Аталған үш сипаттама материалдың негізгі механикалық қасиеттері болып табылады және диаграммаға сәйкес

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

жарияланымдардың жартысынан көбі осы қасиеттерді зерттеуге арналған. Әсіресе әртүрлі салалардағы нақты қолданыстар үшін басқа сипаттамалар да маңызды, бірақ АМК әзірлеудегі ең бастысы оның беріктігін, пластикалығын мен қаттылығын зерттеу міндетті болып табылады.

3-кезең бойынша алынған мәліметтер талданды және диаграмма түрінде ұсынылды (сурет 3). Диаграмма АМК өндіру үшін 6000, 7000, 1000, 2000 сериялардың қорытпалары, сондай-ақ құю қорытпалары жиі қолданылатынын көрсетеді.



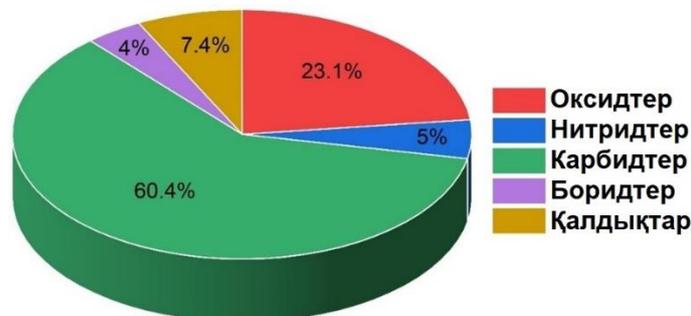
Сурет 3. Алюминий қорытпалары сериялары бөлінісінде араластыра отырып құю әдісімен алынған АМК бойынша зерттеулердің үлесі (Scopus ДБ, 2024 жыл)

6000-серия қорытпалары, мысалы, 6061 қорытпасы, беріктіктің, коррозияға төзімділіктің және технологиялығының жақсы үйлесімі арқасында АМК жасау үшін ең көп таралған матрицалық қорытпалар болып табылады [10]. Бұл қорытпалар оңай өңделеді және дәнекерленеді, бұл оларды автомобиль және аэроғарыш өнеркәсібінде қолдануға тартымды етеді. 7000-серия қорытпалары, мысалы, 7075 қорытпасы, жоғары беріктігімен және қаттылығымен ерекшеленеді, сондықтан аэроғарыш өнеркәсібі сияқты жүктемеге төзімділік маңызды сала үшін кеңінен қолданылады [7]. Алайда, 6000-серия қорытпаларымен салыстырғанда, бұл қорытпалардың коррозияға бейімділігі жоғары. 2000-серия қорытпалары, мысалы, 2014 қорытпасы, жоғары беріктігі қажет композиттер жасау үшін жиі қолданылады [11]. Дегенмен, олардың коррозияға төзімділігі басқа серияларға қарағанда төмен, сондықтан олар көбінесе қорғаныс жабынымен бірге қолданылады. 356 қорытпасы сияқты құю қорытпаларын пайдалану жоғары құю қасиеттеріне (төмен шөгу және жақсы сұйық аққыштық), әртүрлі армирлеуші бөлшектермен жақсы химиялық үйлесімділігіне, салыстырмалы түрде төмен құны мен қолжетімділігіне байланысты [12]. АМК жасау үшін құю қорытпаларын армирлеуші бөлшектермен күшейтуге болатынына қарамастан, қорытпаның бастапқы негізгі қасиеттері, әсіресе бастапқы беріктігі мен қаттылығы, басқа алюминий қорытпаларымен салыстырғанда төмен болуы мұндай қорытпаларды қолдануды шектейтін фактор болып табылады. Таза алюминий (1000-серия) жоғары коррозияға төзімділікке және жақсы жылу өткізгіштікке ие, бірақ беріктігі жағынан басқа сериялардан едәуір төмен, жұмсақ және тіпті кішігірім механикалық жүктемелерді қолданған кезде пластикалық деформацияларға бейім, бірақ пластикалығы мен қол жетімділігі жоғары, өйткені құрамында көбінесе қымбат легірлеуші элементтер жоқ [13]. Пластикалығының жоғары деңгейі АМК-ның одан әрі пластикалық деформациялануын жеңілдетеді және мұндай АМК-лерді деформацияның көп өтуі бар режимдерінде, мысалы, көпөтулі илемдеу үшін қолдануға қолайлы алғышарттар жасайды. Сонымен қатар, таза алюминийдің тығыздығы төмен, бұл оны жеңіл материалдар алу үшін қолдануға аса қолайлы. Таза алюминий негізінде жасалған АМК берік және жеңіл болады, ал бұл өз кезегінде авиация, автомобиль және ғарыш салалары үшін маңызды. Егер армирлеуші материал таза Al беріктігін арттыра алса, онда беріктік пен пластикалықтың жақсы балансымен ерекшеленетін үнемді АМК алуға болады, бұл тек АМК ғана емес, сонымен қатар кез-келген басқа металл материалдың өнімділігін бағалаудың негізгі критерийі болып табылады.

4-кезең бойынша алынған мәліметтер талданды және диаграмма түрінде ұсынылды (сурет 3). Диаграммдан карбидтер класы араластыра отырып құю әдісімен АМК алу үшін ең көп таралған армирлеуші материал болып табылатынын көруге болады. Бұл карбидтердің көпшілігі, мысалы, кремний карбиді SiC [14], бор карбиді B₄C [15], вольфрам карбиді WC [16] және титан карбиді TiC [17], ең қатты материалдардың бірі болып табылатындығына және қаттылығы бойынша көптеген басқа минералдар мен материалдардан айтарлықтай жоғары болатындығы байланысты. Сонымен қатар, SiC

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

және V_4C секілді карбидтердің тығыздығы төмен, ал бұл аэроғарыш және автомобиль жасау сияқты салаларда маңызды фактор болып табылатын жеңіл әрі берік композиттерді жасауға қолайлы мүмкіндік тудырады. Мұнымен қоса, көп жағдайда карбидтерді оксидтер мен нитридтер сияқты кейбір басқа материалдармен салыстырғанда алюминий матрицасына енгізу оңайырақ, ал бұл композиттерді өндіру технологиясын жеңілдетеді.



Сурет 4. Армирлеуші материалдар кластары бөлінісінде араластыра отырып құю әдісімен алынған АМК бойынша зерттеулердің үлесі (Scopus ДБ, 2024 жыл)

Карбидтердің салыстырмалы түрде жоғары құнына қарамастан, олардың артықшылықтары оларды оксидтермен, нитридтермен және боридтермен салыстырғанда бәсекеге қабілетті етеді. Диаграмма сонымен қатар ауылшаруашылық және өнеркәсіптік қалдықтармен нығайтылған АМК зерттеулерінің үлесі нитридтер мен боридтердің ұқсас үлесінен асып түсетінін көрсетеді, бұл мұндай зерттеулерге қызығушылықтың артқанын көрсетеді. Өнеркәсіптік қалдықтарды армирлеу үшін пайдаланудың бірқатар артықшылықтары бар, олар материалдар мен технологиялардың экологиялық және экономикалық тиімділігін айтарлықтай арттыра алады. Дәстүрлі армирлеуші материалдардың орнына қалдықтарды пайдалану шикізат шығындарын едәуір төмендетуі мүмкін, қалдықтарды басқару шығындарын азайтуға көмектеседі, қоршаған ортаның ластануын азайтады. Ұшпа күл немесе қызыл шлам сияқты өнеркәсіптік қалдықтарды алюминий композиттерін өндіру процесіне оңай енгізуге болады, бұл күрделі қайта өңдеу қадамдарын қажет етпейді, өйткені олар көбінесе дәстүрлі армирлеуші материалдармен салыстырғанда үлкен көлемде және төмен бағамен қол жетімді. Қалдықтарды, әсіресе өнеркәсіптік қалдықтарды қайта пайдалану мәселесі Қазақстан үшін өзекті. Елде жыл сайын тау-кен, металлургия, химия және энергетика салаларын қоса алғанда, экономиканың әртүрлі салаларымен байланысты миллиондаған тонна өндірістік қалдықтар шығарылады. Жағдай ел үшін салыстырмалы түрде жаңа өндірістердің дамуымен, мысалы, қазіргі уақытта дамудың белсенді кезеңіндегі кремний өндірісінің дамуымен күрделене түседі. Қазақстандағы кремний өндірісінің қалдықтарын қайта өңдеу жағдайы, жалпы өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өңдеу сияқты, жеткілікті дамымаған күйінде қалып отыр. Бұл ретте Қазақстан бірқатар қиындықтарға, атап айтқанда қалдықтарды бөлек жинау және сұрыптау үшін инфрақұрылымның жетіспеушілігіне тап болуда. Сондықтан өнеркәсіптік қалдықтарды армирлеу үшін осындай қалдықтарды қайта өңдеу мәселесін шешудің балама жолы ретінде пайдалану өзекті мәселе болып табылады.

5-кезең бойынша алдыңғы кезеңдердегідей алгоритмде талдау қиын. Себебі, wt%-ға әр түрлі факторлар әсер етеді, мысалы, арматуралық бөлшектердің немесе талшықтардың өлшемдік диапазоны [5], арматураның бинарлығы немесе гибридтілігі, армирлеуші материалдардың белгілі бір өкілдері бойынша толық қамтудың қиындығы. Алайда, Scopus ДБ-да қол жетімді жарияланымдарды талдау арқылы армирлеуші бөлшектердің үлесі әдетте 5-тен 30 wt%-ға дейін болатындығы анықталды.

Әдебиеттер тізімі

1 Ramanathan A., Krishnan P.K. A review on the production of metal matrix composites through stir casting – Furnace design, properties, challenges, and research opportunities // Journal of Manufacturing Processes. – 2019. – Vol. 42. – P. 213-245.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

- 2 Ujah C.O., Kallon D.V.V. Trends in aluminium matrix composite development // *Crystals*. – 2022. – Vol. 12. – P. 1357.
- 3 Okokpuije I.P., Tartibu L.K. Aluminum Alloy Reinforced with Agro-Waste, and Eggshell as Viable Material for Wind Turbine Blade to Annex Potential Wind Energy: A Review // *Journal of Composites Science*. – 2023. – Vol. 7. – P. 161.
- 4 Akbar H.I., Surojo E., Ariawan D. Investigation of Industrial and Agro Wastes for Aluminum Matrix Composite Reinforcement // *Procedia Structural Integrity*. – 2020. – Vol. 27. – P. 30-37.
- 5 Kar A., Sharma A., Kumar S. A critical review on recent advancements in aluminium-based metal matrix composites // *Crystals*. – 2024. – Vol. 14. – P. 412.
- 6 Grilo J., Carneiro V.H., Teixeira J.C., Puga H. Manufacturing methodology on casting-based aluminium matrix composites: systematic review // *Metals*. – 2021. – Vol. 11. – P. 436.
- 7 Khalid M.Y., Umer R., Khan K.A. Review of recent trends and developments in aluminium 7075 alloy and its metal matrix composites (MMCs) for aircraft applications // *Results in Engineering*. – 2023. – Vol. 20. – P. 101372.
- 8 Singh M., Garg H.K., Maharana S., Muniappan A., Loganathan M.K., Nguyen T.V.T., Vijayan V. Design and analysis of an automobile disc brake rotor by using hybrid aluminium metal matrix composite for high reliability // *Journal of Composites Science*. – 2023. – Vol. 7. – P. 244.
- 9 Amirtharaj J., Mariappan M. Exploring the potential uses of Aluminium Metal Matrix Composites (AMMCs) as alternatives to steel bar in Reinforced Concrete (RC) structures – A state of art review // *Journal of Building Engineering*. – 2023. – Vol. 80. – P. 108085.
- 10 Kareem A., Qudeiri J.A., Abdudeen A., Ahammed T., Ziout A. A Review on AA 6061 Metal Matrix Composites Produced by Stir Casting // *Materials*. – 2021. – Vol. 14. – P. 175.
- 11 Babu R.R., Rajendran C., Saiyathibrahim A., Velu R. Influence of B₄C and ZrB₂ reinforcements on microstructural, mechanical and wear behaviour of AA 2014 aluminium matrix hybrid composites // *Defence Technology*. – 2024. – Vol. 40. – P. 242-254.
- 12 Dhaneswara D., Syahrial A.Z., Ayman M.T. Mechanical Properties of Nano SiC-Reinforced Aluminum A356 with Sr Modifier Fabricated by Stir Casting Method // *Procedia Engineering*. – 2017. – Vol. 216. – P. 43-50.
- 13 Megson T.H.G. Introduction. In *Structural and Stress Analysis*, 3rd ed. Megson, T.H.G, Ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014, – P. 15–16.
- 14 Bhatti T.M., Wang Y., Baig M.M.A.B., Jamal S., Shehzadi F., Farooq A. Interfacial behavior of Al/SiC composites and response against quasi-static loading, dynamic loading, fatigue, and ballistic impact // *Journal of Alloys and Compounds*. – 2024. – Vol. 1005. – P. 176097.
- 15 Boobalan V., Sathish T. A comprehensive study on boron carbide reinforcement in aluminum-and its alloy composites // *Materials Today: Proceedings*. – 2022. – Vol. 69. – P. 1238-1241.
- 16 Huang G., Hou W., Shen Y. Evaluation of the microstructure and mechanical properties of WC particle reinforced aluminum matrix composites fabricated by friction stir processing // *Materials Characterization*. – 2018. – Vol. 138. – P. 26-37.
- 17 Cabeza M., Feijoo I., Merino P., Pena G., Pérez M.C., Cruz S., Rey P. Effect of high energy ball milling on the morphology, microstructure and properties of nano-sized TiC particle-reinforced 6005A aluminium alloy matrix composite // *Powder Technology*. – 2017. – Vol. 321. – P. 31-43.

М.Ж. Абишкенов, И.С.Тавшанов

Краткий обзор метода литья с перемешиванием и армирующими материалами, используемых при получении алюминиевых матричных композитов

В данной работе представлен краткий обзор метода литья с перемешиванием и армирующими материалами, используемых при получении алюминиевых матричных композитов с использованием публикаций в базе данных (БД) Scopus. В результате обзора было установлено, что основными методами получения АМК являются порошковая металлургия (39%) и литье с перемешиванием (39,1%) и, благодаря своей производительности и простоте, второй метод более эффективен. В результате анализа доли исследуемых характеристик АМК, полученных методом литья с перемешиванием, установлено, что прочность, пластичность и твердость композита являются

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

характеристиками, на которые следует обратить особое внимание. Анализ доли исследований по АМК, полученных методом литья с перемешиванием в разрезе серий алюминиевых сплавов, показал, что для производства АМК чаще всего используются сплавы серий 6000, 7000, 1000, 2000, имеющие в основном высокие эксплуатационные свойства. В результате анализа доли исследований по АМК, полученных методом литья с перемешиванием в разрезе классов армирующих материалов, выяснилось, что наиболее распространенным армирующим материалом является класс карбидов.

Ключевые слова: алюминиевые матричные композиты (АМК), метод литья с перемешиванием, армирующие материалы, база данных Scopus, характеристики АМК, серии алюминия, карбиды, отходы.

M.Zh. Abishkenov., I.S.Tavshanov

A brief review of the stir casting method and reinforcing materials used in the preparation of aluminium matrix composites

This paper presents a brief review of the stir casting method and reinforcing materials used in the production of aluminium matrix composites using publications in the Scopus database (DB). The review found that the main methods used to produce AMCs are powder metallurgy (39%) and stir casting (39.1%) and due to its performance and simplicity, the second method is more efficient. By analysing the proportion of investigated characteristics of AMC obtained by stir casting method, it is found that strength, ductility and hardness of the composite are the characteristics that should be paid special attention to. The analysis of the share of studies on AMC produced by the method of casting with stir casting in the section of series of aluminium alloys showed that for the production of AMC most often used alloys series 6000, 7000, 1000, 2000, which have mainly high performance properties. As a result of the analysis of the share of studies on AMC produced by casting with stir casting in the section of classes of reinforcing materials, it was found that the most common reinforcing material is the class of carbides.

Key words: aluminium matrix composites (AMCs), stir casting method, reinforcing materials, Scopus database, AMC characteristics, aluminium series, carbides, waste.

References

- 1 Ramanathan A., Krishnan P.K. A review on the production of metal matrix composites through stir casting – Furnace design, properties, challenges, and research opportunities // Journal of Manufacturing Processes. – 2019. – Vol. 42. – P. 213-245.
- 2 Ujah C.O., Kallon D.V.V. Trends in aluminium matrix composite development // Crystals. – 2022. – Vol. 12. – P. 1357.
- 3 Okokpujie I.P., Tartibu L.K. Aluminum Alloy Reinforced with Agro-Waste, and Eggshell as Viable Material for Wind Turbine Blade to Annex Potential Wind Energy: A Review // Journal of Composites Science. – 2023. – Vol. 7. – P. 161.
- 4 Akbar H.I., Surojo E., Ariawan D. Investigation of Industrial and Agro Wastes for Aluminum Matrix Composite Reinforcement // Procedia Structural Integrity. – 2020. – Vol. 27. – P. 30-37.
- 5 Kar A., Sharma A., Kumar S. A critical review on recent advancements in aluminium-based metal matrix composites // Crystals. – 2024. – Vol. 14. – P. 412.
- 6 Grilo J., Carneiro V.H., Teixeira J.C., Puga H. Manufacturing methodology on casting-based aluminium matrix composites: systematic review // Metals. – 2021. – Vol. 11. – P. 436.
- 7 Khalid M.Y., Umer R., Khan K.A. Review of recent trends and developments in aluminium 7075 alloy and its metal matrix composites (MMCs) for aircraft applications // Results in Engineering. – 2023. – Vol. 20. – P. 101372.
- 8 Singh M., Garg H.K., Maharana S., Muniappan A., Loganathan M.K., Nguyen T.V.T., Vijayan V. Design and analysis of an automobile disc brake rotor by using hybrid aluminium metal matrix composite for high reliability // Journal of Composites Science. – 2023. – Vol. 7. – P. 244.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

9 Amirtharaj J., Mariappan M. Exploring the potential uses of Aluminium Metal Matrix Composites (AMMCs) as alternatives to steel bar in Reinforced Concrete (RC) structures – A state of art review // *Journal of Building Engineering*. – 2023. – Vol. 80. – P. 108085.

10 Kareem A., Qudeiri J.A., Abdudeen A., Ahammed T., Ziout A. A Review on AA 6061 Metal Matrix Composites Produced by Stir Casting // *Materials*. – 2021. – Vol. 14. – P. 175.

11 Babu R.R., Rajendran C., Saiyathibrahim A., Velu R. Influence of B₄C and ZrB₂ reinforcements on microstructural, mechanical and wear behaviour of AA 2014 aluminium matrix hybrid composites // *Defence Technology*. – 2024. – Vol. 40. – P. 242-254.

12 Dhaneswara D., Syahrial A.Z., Ayman M.T. Mechanical Properties of Nano SiC-Reinforced Aluminum A356 with Sr Modifier Fabricated by Stir Casting Method // *Procedia Engineering*. – 2017. – Vol. 216. – P. 43-50.

13 Megson T.H.G. Introduction. In *Structural and Stress Analysis*, 3rd ed. Megson, T.H.G, Ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2014, – P. 15–16.

14 Bhatti T.M., Wang Y., Baig M.M.A.B., Jamal S., Shehzadi F., Farooq A. Interfacial behavior of Al/SiC composites and response against quasi-static loading, dynamic loading, fatigue, and ballistic impact // *Journal of Alloys and Compounds*. – 2024. – Vol. 1005. – P. 176097.

15 Boobalan V., Sathish T. A comprehensive study on boron carbide reinforcement in aluminum-and its alloy composites // *Materials Today: Proceedings*. – 2022. – Vol. 69. – P. 1238-1241.

16 Huang G., Hou W., Shen Y. Evaluation of the microstructure and mechanical properties of WC particle reinforced aluminum matrix composites fabricated by friction stir processing // *Materials Characterization*. – 2018. – Vol. 138. – P. 26-37.

17 Cabeza M., Feijoo I., Merino P., Pena G., Pérez M.C., Cruz S., Rey P. Effect of high energy ball milling on the morphology, microstructure and properties of nano-sized TiC particle-reinforced 6005A aluminium alloy matrix composite // *Powder Technology*. – 2017. – Vol. 321. – P. 31-43.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»МРНТИ 62.034.11
УДК: 622.34.11[DOI: 10.4411/s00259-019-347](https://doi.org/10.4411/s00259-019-347)

Ж.А. Жиренбаева

*Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
(E-mail: zh.zhirenbaeva@ttu.edu.kz)***Инновационные технологии переработки отходов металлургической промышленности: Экологические аспекты и экономическая эффективность**

В статье рассматриваются инновационные технологии переработки отходов металлургической промышленности, с акцентом на экологические аспекты и экономическую эффективность их применения. Описаны современные методы переработки шлаков, пыли и других побочных продуктов металлургии, которые способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду. Особое внимание уделено технологиям вторичной переработки, которые позволяют уменьшить объем отходов, повысить эффективность использования сырья и снизить затраты на производство. Статья также анализирует перспективы внедрения этих технологий в рамках устойчивого развития металлургической отрасли и улучшения экологической обстановки.

Ключевые слова: металлургия, переработка отходов, экология, шлаки, вторичная переработка, инновационные технологии, устойчивое развитие, экономическая эффективность, металлургическая промышленность, охрана окружающей среды.

Введение

Металлургическая промышленность является одной из ключевых отраслей мировой экономики, обеспечивая производство стратегически важных металлов и сплавов для различных сфер деятельности. Однако наряду с этим, металлургия является значительным источником отходов, негативно влияющих на окружающую среду. В процессе производства образуются шлаки, пыль, газовые выбросы и другие отходы, которые требуют эффективной утилизации и переработки. Традиционные методы обращения с отходами часто оказываются недостаточно экологичными и экономически невыгодными.

Современные вызовы, связанные с изменением климата и дефицитом природных ресурсов, стимулируют разработку и внедрение инновационных технологий переработки отходов металлургии. Эти технологии не только способствуют снижению загрязнения окружающей среды, но и открывают новые экономические возможности, повышая эффективность использования сырья и снижая издержки производства. Внедрение таких решений становится важным шагом на пути к устойчивому развитию металлургической отрасли и более рациональному использованию природных ресурсов.

В данной статье будут рассмотрены перспективы и актуальные направления внедрения инновационных технологий переработки отходов в металлургии, с акцентом на их экологическую значимость и экономическую целесообразность.

Методы и материалы

Перспективы и актуальные направления внедрения инновационных технологий переработки отходов в металлургии связаны с растущими экологическими требованиями и необходимостью повышения экономической эффективности производственных процессов. Внедрение таких технологий позволяет снизить воздействие на окружающую среду, улучшить экологические показатели предприятий и одновременно обеспечить более рациональное использование ресурсов. Вот ключевые перспективы и направления:

1. Технологии вторичной переработки и рециклинга

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Одним из самых актуальных направлений является вторичная переработка металлургических отходов, таких как шлаки, пыль, зола и металлодержащие отходы. Эти отходы могут использоваться в производстве строительных материалов, дорожного покрытия или повторной переработке металлов. Вторичная переработка снижает потребность в добыче сырья, что сокращает объем горнодобывающих работ и уменьшает нагрузку на экологию.

Экологическая значимость: Сокращение объема отходов, снижение выбросов парниковых газов и уменьшение использования природных ресурсов.

Экономическая целесообразность: Снижение затрат на добычу и транспортировку первичных материалов, получение дополнительных доходов от продажи переработанных материалов.

2. Использование шлаков как сырья для других отраслей

Шлаки, образующиеся в процессе плавки металлов, могут использоваться в качестве сырья в строительной отрасли (цемент, бетоны, дорожные покрытия) и химической промышленности (производство удобрений). Разработка технологий их переработки и использования позволяет эффективно утилизировать эти отходы.

Экологическая значимость: Уменьшение потребности в карьеровом сырье, сокращение площади полигонов для хранения отходов, снижение выбросов CO₂ при производстве цемента.

Экономическая целесообразность: Создание дополнительной стоимости из отходов, снижение издержек на утилизацию шлаков.

3. Плазменные технологии переработки металлургических отходов

Плазменная переработка – одно из инновационных решений, которое позволяет перерабатывать металлургические отходы с высокой степенью эффективности. Под воздействием высоких температур плазмы отходы разлагаются на основные компоненты, которые могут быть использованы для вторичного производства металлов или в других промышленных процессах.

Экологическая значимость: Минимизация объемов отходов, снижение загрязнения воздуха и почвы за счет более полной переработки токсичных веществ.

Экономическая целесообразность: Увеличение доли металлов, извлекаемых из отходов, что снижает затраты на добычу руды и переработку сырья.

4. Технологии энергосбережения и повторного использования тепла

Многие отходы металлургического производства могут служить источником энергии. Внедрение технологий рекуперации тепла позволяет использовать избыточное тепло, образующееся в процессе плавки металлов, для нужд предприятия или сторонних потребителей.

Экологическая значимость: Снижение энергопотребления и выбросов CO₂, связанных с производством энергии.

Экономическая целесообразность: Снижение расходов на электроэнергию и топливо, увеличение энергетической автономии предприятий.

5. Умные системы мониторинга и управления отходами

Интеграция цифровых технологий в управление отходами металлургических предприятий помогает оптимизировать процессы переработки и утилизации. Использование интернета вещей (IoT), машинного обучения и больших данных позволяет более точно отслеживать источники и объемы отходов, прогнозировать их образование и управлять переработкой.

Экологическая значимость: Улучшение контроля за выбросами и отходами, снижение рисков аварийных ситуаций и загрязнения окружающей среды.

Экономическая целесообразность: Оптимизация производственных процессов, снижение затрат на управление отходами и повышение эффективности использования ресурсов.

Внедрение инновационных технологий переработки отходов в металлургии имеет огромные перспективы как с точки зрения экологии, так и экономики. Эти решения позволяют значительно сократить воздействие на окружающую среду, сделать производство более устойчивым и экономически выгодным. Важно, чтобы предприятия металлургической отрасли продолжали активно инвестировать в разработку и внедрение подобных технологий, что приведет к повышению конкурентоспособности на мировом рынке и улучшению экологической обстановки.

Примеры внедрения инновационных технологий переработки отходов в металлургии в разных странах мира наглядно демонстрируют их экологическую значимость и экономическую выгоду. Ниже приведены несколько конкретных примеров:

- **ArcelorMittal (Франция): Переработка шлаков в строительные материалы**

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

ArcelorMittal, один из крупнейших производителей стали в мире, внедрил технологию переработки шлаков металлургического производства в материалы для строительства. В частности, шлаки используются для производства цемента и дорожного покрытия.

Экологическая значимость: Уменьшение выбросов парниковых газов за счет замены традиционных сырьевых материалов в цементной промышленности. Это позволяет снизить углеродный след строительной отрасли, так как производство цемента является одним из крупнейших источников выбросов CO₂.

Экономическая целесообразность: Снижение затрат на утилизацию шлаков и получение дохода от продажи переработанных материалов. Это также уменьшает необходимость приобретения новых ресурсов, что снижает производственные затраты.

- Nippon Steel (Япония): Технология плазменной переработки отходов

Nippon Steel внедрила плазменную переработку для утилизации отходов металлургического производства, таких как шлаки и пыль. Использование плазмы позволяет перерабатывать металлические отходы и получать чистый металл для повторного использования в производственных процессах.

Экологическая значимость: Эта технология позволяет свести к минимуму количество не утилизируемых отходов и уменьшить выбросы токсичных веществ в атмосферу. Кроме того, плазменная переработка обеспечивает экологически безопасную утилизацию отходов, снижая риск загрязнения почвы и воды.

Экономическая целесообразность: Повторное использование металлов, извлеченных из отходов, снижает затраты на покупку сырья и повышает общую рентабельность производства. Это также сокращает расходы на утилизацию и снижает энергопотребление.

- Tata Steel (Нидерланды): Проект HIsarna по снижению выбросов CO₂

Tata Steel разработала проект HIsarna — инновационный метод производства стали с минимизацией выбросов CO₂. Этот процесс позволяет перерабатывать отходы металлургии без необходимости предварительной агломерации руды и коксования угля, что значительно снижает объем вредных выбросов.

Экологическая значимость: Проект HIsarna демонстрирует способность сократить выбросы CO₂ в процессе производства стали до 20% по сравнению с традиционными методами. Технология помогает решать проблему глобального изменения климата и улучшает экологическую устойчивость производства.

Экономическая целесообразность: Снижение энергозатрат и оптимизация производственного процесса делают технологию более рентабельной. Дополнительные преимущества — экономия на закупке сырья и уменьшение расходов на управление отходами.

- Outotec (Финляндия): Технология переработки серы и сернистых соединений

Финская компания Outotec разработала технологию переработки серы и сернистых отходов, которые образуются в результате плавки металлов. Эти отходы, которые ранее могли стать источником загрязнения окружающей среды, теперь перерабатываются в элементарную серу или серную кислоту, используемые в химической промышленности.

Экологическая значимость: Снижение выбросов сернистых соединений в атмосферу, которые являются основным источником кислотных дождей. Это помогает значительно улучшить качество воздуха в районах, прилегающих к металлургическим предприятиям.

Экономическая целесообразность: Производство серной кислоты и серы позволяет получать дополнительную прибыль и уменьшать затраты на утилизацию отходов, одновременно создавая полезный продукт для других промышленных секторов.

- SSAB (Швеция): Технология HYBRIT – производство стали с использованием водорода

Шведская компания SSAB разработала технологию HYBRIT, которая использует водород вместо угля в процессе выплавки стали. В результате этой технологии металлургическое производство практически не производит CO₂, а отходы водорода сводятся к минимальному уровню.

Экологическая значимость: HYBRIT – это прорыв в металлургической промышленности, который позволяет значительно снизить углеродные выбросы. Этот проект имеет огромный потенциал для борьбы с изменением климата и может стать стандартом для сталелитейной промышленности в будущем.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Экономическая целесообразность: Хотя первоначальные затраты на внедрение водородной технологии высоки, в долгосрочной перспективе это может значительно снизить эксплуатационные издержки благодаря дешевому и экологически чистому источнику энергии. SSAB также планирует получить экономическую выгоду от увеличения спроса на "зеленую сталь" в мире.

- EVRAZ (Россия): Комплексная переработка металлургических шлаков

EVRAZ, крупный российский металлургический холдинг, реализует программы переработки шлаков с их последующим использованием в дорожном строительстве и производстве строительных материалов. Внедрена технология извлечения цветных металлов из отходов, что позволяет повторно использовать их в производственных процессах.

Экологическая значимость: Уменьшение объема отходов, складываемых на полигонах, и снижение экологической нагрузки на окружающую среду. Использование шлаков в строительстве снижает необходимость добычи природных материалов и уменьшает воздействие на ландшафт.

Экономическая целесообразность: Получение дополнительных доходов от реализации строительных материалов и снижение затрат на утилизацию шлаков. Экономия на добыче первичных ресурсов также способствует повышению прибыльности компании.

Тем самым внедрение инновационных технологий переработки отходов в металлургической отрасли активно осуществляется на разных предприятиях по всему миру. Эти примеры демонстрируют, что сочетание экологической ответственности и экономической эффективности возможно и необходимо для устойчивого развития отрасли. Инновационные решения помогают предприятиям не только минимизировать негативное воздействие на природу, но и увеличить конкурентоспособность за счет снижения затрат и создания дополнительных источников дохода.

Результаты и обсуждение

Переработка отходов металлургической промышленности представляет собой важное направление развития современной экономики, тесно связанное как с глобальными экологическими вызовами, так и с необходимостью повышения экономической эффективности производства. Традиционно металлургическая промышленность является одной из самых ресурсоемких и загрязняющих отраслей, производящих огромное количество отходов, таких как шлаки, пыль, металлургические остатки и другие побочные продукты. Накопление этих отходов не только создает серьезные проблемы для окружающей среды, но и требует значительных затрат на их утилизацию и хранение. В связи с этим внедрение инновационных технологий переработки отходов металлургии приобретает особую актуальность, становясь ключевым аспектом устойчивого развития этой отрасли.

Экологические аспекты инновационных технологий переработки отходов

Основной экологической проблемой металлургической отрасли является образование огромного количества отходов и выбросов, которые наносят вред окружающей среде. Традиционные методы утилизации, такие как захоронение шлаков или выбросы токсичных газов, создают долгосрочные риски для почв, водоемов и атмосферы. Инновационные технологии переработки отходов направлены на минимизацию этих рисков, трансформируя побочные продукты производства в полезные материалы или снижая объем загрязняющих веществ до экологически безопасного уровня.

Современные технологии, такие как плазменная переработка, рекуперация тепла, использование шлаков в строительстве и повторное использование металлических остатков, позволяют существенно уменьшить объем отходов, подлежащих утилизации, и снизить негативное воздействие на окружающую среду. Внедрение этих технологий позволяет не только сократить выбросы CO₂ и других вредных газов, но и уменьшить нагрузку на полигоны и снизить загрязнение почвы и водоемов токсичными веществами. Например, проекты, подобные HYBRIT в Швеции, направлены на полное устранение выбросов углерода при производстве стали, что является важным шагом в борьбе с изменением климата.

Кроме того, переработка отходов способствует уменьшению использования природных ресурсов. Повторное использование металлов, шлаков и других материалов позволяет сократить добычу руды и ископаемого топлива, что снижает разрушительное воздействие горнодобывающих работ на природу. Это особенно важно в условиях глобального дефицита ресурсов и необходимости сохранения природных экосистем.

Экономическая эффективность переработки отходов

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Экологические преимущества переработки отходов идут рука об руку с экономическими выгодами. В современных условиях повышение экономической эффективности металлургических предприятий невозможно без оптимизации процессов обращения с отходами. Инновационные технологии позволяют снизить затраты на утилизацию и управление отходами, а также повысить рентабельность производства за счет переработки вторичных материалов.

Одним из ключевых экономических аспектов переработки отходов является возможность повторного использования ценных ресурсов. Металлы, извлеченные из отходов, могут быть снова использованы в производстве, что уменьшает потребность в покупке дорогого сырья. Например, плазменные технологии позволяют извлекать металлы из шлаков и других побочных продуктов, что снижает затраты на добычу руды и уменьшает себестоимость готовой продукции.

Проекты, направленные на переработку отходов металлургии в строительные материалы, также открывают новые возможности для диверсификации бизнеса. Металлургические предприятия могут продавать переработанные материалы, такие как шлаки, для использования в строительстве дорог, производстве цемента и бетона. Это не только снижает расходы на утилизацию отходов, но и приносит дополнительные доходы, что повышает конкурентоспособность компании.

Инновационные технологии переработки отходов также способствуют снижению энергопотребления. Использование тепловой энергии, выделяемой в процессе производства, и внедрение энергосберегающих решений позволяют значительно сократить расходы на электроэнергию и топливо. Это особенно важно в условиях роста цен на энергоносители и усиления требований к снижению углеродного следа производства. Примером таких решений является внедрение систем рекуперации тепла, которые используют избыточное тепло для отопления или производства электроэнергии, что делает металлургические предприятия более энергоэффективными.

Социальные и нормативные аспекты

Важно отметить, что внедрение инновационных технологий переработки отходов также отвечает требованиям и стандартам, устанавливаемым международными организациями и национальными правительствами. Усиление экологического законодательства, введение квот на выбросы и повышение требований к ответственному обращению с отходами требуют от предприятий соответствия новым нормативам. Инновационные решения помогают металлургическим компаниям избежать штрафов и санкций за несоответствие экологическим стандартам, что также способствует экономической стабильности бизнеса.

Кроме того, компании, внедряющие передовые экологические технологии, укрепляют свою репутацию на рынке и повышают привлекательность для инвесторов. В условиях глобального перехода к "зеленой экономике" устойчивое развитие становится важным фактором конкурентоспособности. Устойчивые и экологически ответственные компании привлекают большее внимание со стороны потребителей, заинтересованных в поддержке экологически чистых продуктов и технологий.

Перспективы дальнейшего внедрения инновационных технологий переработки отходов в металлургии выглядят весьма обнадеживающими. Современные разработки, такие как использование водорода в металлургическом производстве (HYBRIT) или плазменные установки для утилизации шлаков, уже демонстрируют свою эффективность и экологическую значимость. В ближайшие годы можно ожидать дальнейшего расширения применения этих технологий на глобальном уровне.

Кроме того, развитие цифровых технологий и автоматизация процессов управления отходами также будут способствовать улучшению экологических показателей отрасли. Системы мониторинга в реальном времени, использование искусственного интеллекта и больших данных помогут оптимизировать процессы переработки отходов и сделать их более эффективными.

Выводы

Внедрение инновационных технологий переработки отходов в металлургической промышленности является важным шагом на пути к устойчивому развитию отрасли. Эти технологии играют ключевую роль как в снижении экологической нагрузки, так и в повышении экономической эффективности производства. Они позволяют не только минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, но и сократить затраты на утилизацию, энергопотребление и приобретение сырья, а также создать новые источники дохода.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Для достижения этих целей требуется дальнейшее расширение и развитие инновационных решений в отрасли, а также поддержка со стороны государства и международного сообщества. Экологически устойчивое металлургическое производство, основанное на эффективной переработке отходов, станет неотъемлемой частью глобальной экономики будущего, обеспечивая как сохранение природных ресурсов, так и долгосрочную прибыль для компаний.

Список литературы

- 1 Васильев, А. В. Технологии переработки металлургических отходов: Экологический и экономический подход. – Москва: Издательство «Наука», 2020. – 356 с.
- 2 Жуков, П. С., Михайлов, А. Н. Инновационные методы переработки промышленных отходов в металлургии // Научный вестник металлургии. – 2022. – № 5. – С. 45-59.
- 3 Залевская, О. Ю. Экологические технологии в металлургии: проблемы и решения // Экологический журнал. – 2021. – Т. 29, № 3. – С. 78-91.
- 4 Schmidt, H. Sustainable Steelmaking: Technologies for Waste Recycling and Reduction of CO₂ Emissions. – Berlin: Springer, 2021. – 324 p.
- 5 Outotec. Innovations in Waste Processing Technologies in the Metallurgical Industry [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.outotec.com>, свободный. – Дата обращения: 10.08.2024.
- 6 Tata Steel. HIsarna Process: Reducing Carbon Footprint in Steelmaking [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tatasteel.com>, свободный. – Дата обращения: 09.08.2024.
- 7 ArcelorMittal. Slag Utilization for Green Construction Materials [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arcelormittal.com>, свободный. – Дата обращения: 08.08.2024.
- 8 Ахметов, В. И. Переработка металлургических отходов с использованием плазменных технологий // Вестник инженерных наук. – 2020. – Т. 41, № 2. – С. 103-115.
- 9 Козлова, Л. Н., Петрова, Е. А. Энергосберегающие технологии в металлургии: тенденции и перспективы. – Екатеринбург: Издательство УрО РАН, 2021. – 274 с.
- 10 SSAB. HYBRIT: Hydrogen-Based Steelmaking Process [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ssab.com>, свободный. – Дата обращения: 07.08.2024.

Ж.А. Жиренбаева

Металлургия өнеркәсібінің қалдықтарын қайта өңдеудің инновациялық технологиялары: Экологиялық аспектілер мен экономикалық тиімділігі

Қалдықтарды өңдеудің инновациялық технологиялары өнеркәсіп: экологиялық аспектілер және экономикалық тиімділік Мақалада экологиялық аспектілерге және оларды қолданудың экономикалық тиімділігіне назар аударып отырып, металлургия өнеркәсібінің қалдықтарын қайта өңдеудің инновациялық технологиялары қарастырылады. Қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға ықпал ететін токсиндерді, шаңды және металлургияның басқа да жанама өнімдерін өңдеудің заманауи әдістері сипатталған. Қалдықтарды азайтуға, шикізатты пайдалану тиімділігін арттыруға және өндіріс шығындарын азайтуға мүмкіндік беретін қайта өңдеу технологияларына ерекше назар аударылады. Мақала сонымен қатар металлургия саласын тұрақты дамыту және экологиялық жағдайды жақсарту шеңберінде осы технологияларды енгізу перспективаларын талдайды.

Түйін сөздер: металлургия, қалдықтарды қайта өңдеу, экология, қождар, қайта өңдеу, инновациялық технологиялар, тұрақты даму, экономикалық тиімділік, металлургия өнеркәсібі, қоршаған органы қорғау.

Zh.A. Zhirenbaeva

Innovative technologies for processing metallurgical waste industry: Environmental aspects and cost-effectiveness

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

The article deals with innovative technologies of metallurgical industry waste processing, with emphasis on environmental aspects and economic efficiency of their application. Modern methods of processing slag, dust and other by-products of metallurgy, which contribute to reducing the negative impact on the environment, are described. Particular attention is paid to recycling technologies, which allow to reduce the volume of waste, increase the efficiency of raw materials utilization and reduce production costs. The article also analyses the prospects for the introduction of these technologies within the framework of sustainable development of the metallurgical industry and improvement of the environmental situation.

Keywords: metallurgy, waste recycling, ecology, slags, secondary processing, innovative technologies, sustainable development, economic efficiency, metallurgical industry, environmental protection

References

- 1 Vasiliev, A.V. Metallurgical waste processing technologies: An ecological and economic approach. Moscow: Nauka Publishing House, 2020. 356 p.
- 2 Zhukov, P. S., Mikhailov, A. N. Innovative methods of processing industrial waste in metallurgy // Scientific Bulletin of Metallurgy. - 2022. – No. 5. – pp. 45-59.
- 3 Zalevskaya, O. Y. Environmental technologies in metallurgy: problems and solutions// Ecological Journal. – 2021. – vol. 29, No. 3. – pp. 78-91.
- 4 Schmidt, H. Sustainable Steelmaking: Technologies for Waste Recycling and Reduction of CO₂ Emissions. – Berlin: Springer, 2021. – 324 p.
- 5 Outotec. Innovations in Waste Processing Technologies in the Metallurgical Industry [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.outotec.com>, free. – Date of application: 10.08.2024
- 6 Tata Steel. Hisarna Process: Reducing Carbon Footprint in Steelmaking [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.tatasteel.com>, free. – Date of request: 09.08.2024.
- 7 ArcelorMittal. Slag Utilization for Green Construction Materials [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.arcelormittal.com>, free. – Date of reference: 08.08.2024.
- 8 Akhmetov, V. I. Processing of metallurgical waste using plasma technologies//Bulletin of Engineering Sciences, 2020, vol. 41, No. 2, pp. 103-115.
- 9 Kozlova, L. N., Petrova, E. A. Energy-saving technologies in metallurgy: trends and prospects. Yekaterinburg: Publishing House of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2021. 274 p.
- 10 SSAB. HYBRIT: Hydrogen-Based Steelmaking Process [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.ssab.com>, free. – Date of request: 07.08.2024.

Раздел 2

**Машиностроение,
технологические
машины и транспорт,
строительство**

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

FTAMP 05.16.05: 07.03.05
ӨӨЖ: 621.92

[DOI: 10.4411/s0030-019-401](https://doi.org/10.4411/s0030-019-401)

Г.Д. Исабекова, С.Ж.Кыдырбаева

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: g.issabekova@ttu.edu.kz)*

ККД 1500/180 ұсатқыш қондырғысын жетілдіру арқылы марганец рудаларын ұнтақтау

Мақалада кенді ұсақтау және майдалау мәселелері қарастырылады, бұл энергияны көп қажет ететін және қымбат процестер болып табылады. Әсіресе, металлургия өнеркәсібінде сұранысқа ие марганец кендерін өңдеуге ерекше назар аударылады. Кендердің сипаттамалары, олардың химиялық құрамы, сондай-ақ өндіру және байыту әдістері сипатталады. ККД 1500/180 конусты ұсатқышын пайдалана отырып, ірі ұсақтау технологиясының талдауы келтірілген, оның өнімділігін арттыру мақсатында жаңарту әдістері ұсынылады. Сонымен қатар, металлургиялық қождарды қайта өңдеу мәселесі және оларды металлургияда қайта пайдалану мүмкіндігі қарастырылады.

Түйінді сөздер: Марганец кендері, ұсақтау қондырғысы, ККД 1500/180, модернизация, конустық беріліс, гидравликалық реттеу, кенді өңдеу.

Kipicne

Мақалада кенді ұсақтау және майдалау мәселелері қарастырылады, бұл энергияны көп қажет ететін және қымбат процестер болып табылады. Әсіресе, металлургия өнеркәсібінде сұранысқа ие марганец кендерін өңдеуге ерекше назар аударылады.

Кендердің сипаттамалары, олардың химиялық құрамы, сондай-ақ өндіру және байыту әдістері сипатталады. ККД 1500/180 конусты ұсатқышын пайдалана отырып, ірі ұсақтау технологиясының талдауы келтірілген, оның өнімділігін арттыру мақсатында жаңарту әдістері ұсынылады.

Сонымен қатар, металлургиялық қождарды қайта өңдеу мәселесі және оларды металлургияда қайта пайдалану мүмкіндігі қарастырылады.

Руданы ұсақтау және ұнтақтау – энергияны көп қажет ететін және қымбат күрделі процесс, ал өндірілетін рудалардың табиғи өлшемдері әртүрлі. Ашық кен өндіру кезінде жеке кесектердің өлшемі 1000-1300 мм-ге, ал жерасты кен өндірісінде 300-800 мм-ге дейін жетуі мүмкін. Ұсатқыштардың құрылымдық элементтеріне үлкен мән беріледі. [1,2,3]

Ұнтақталған руданың түйіршіктік құрамы – кесектілігі руданың түрі мен оның әрі қарай өңдеу әдісіне байланысты анықталады. Ірі ұсақтау бастапқы кесектерді 100-350 мм фракциясына дейін ұсақтауды қарастырады, өнімділігі 150-2300 м³/сағ [4с32], бұл ККД 1500/180 конустық ұсатқыштың жұмысына сәйкес келеді.

Марганец қосылыстарына сұраныс үнемі өсіп, шикізат тапшылығына әкелуде, оның негізгі тұтынушылары – ТМД елдерінің металлургиялық зауыттары. Марганец болаттың механикалық қасиеттерін жақсартатын ең қажетті элементтердің бірі болып табылады.

Әлемдік деңгейдегі марганецті кен қорлары Қазақстанның «Тур», «Үшқатын», «Жайрем» кен орындарында шоғырланған.

Марганец рудалары құрамында марганец оксидтер, карбонаттар және силикаттар түрінде кездеседі. Минералогиялық құрамы пирролюзит, гаусманит, родохрозит, яacobсит, браунит және басқа да минералдардан тұрады. Олар ферромарганец (FeMn), силикомарганец (SiMn) және металл марганец түрінде қара металлургияда пайдаланылады. Бұл рудалардың басты артықшылықтары – марганец пен темір қосылыстары арасындағы онтайлы қатынас, күкірт (S), фосфор (P) және басқа зиянды элементтердің (түсті металдар, мышьяк) төмен мөлшері. Химиялық құрамы 1-кестеде көрсетілген. [5]

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Кесте 1

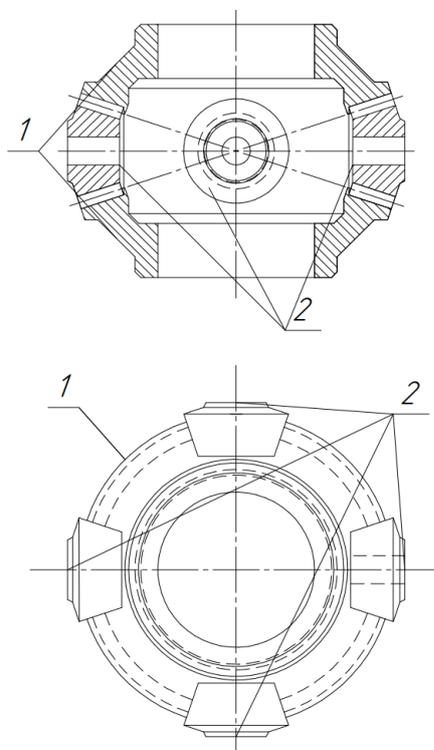
Марганец рудаларының химиялық құрамы, құрамдастардың мөлшері.

Компонент	Төмен сұрыпты кендер – 10-25% Mn	Құрамы бай кендер – 25-40% Mn
Mn	10,02 – 24,86 (17,44)	25,95-39,82 (31,07)
Fe	3,83-12,05 (7,27)	2,44-6,39 (4,94)
SiO ₂	37,41-52,9 (46,66)	17,73-39,3 (28,55)
Al ₂ O ₃	7,03-12,73 (10,12)	4,32-8,3 (5,88)
S	0,008-0,028 (0,012)	0,009-0,022 (0,015)
P	0,02-0,062 (0,033)	0,035-0,051 (0,043)

Марганец рудаларын өндіру кен орындарын игеруден басталады. Кен тығыз қабатты құрылымға ие болғандықтан, бастапқы ұсақтау жарылыс жұмыстары арқылы жүзеге асырылады. Бұрғылау агрегаттары арқылы бірнеше ұңғымалар жасалып, олар жарылғыш заттармен толтырылады. Жарылыстан кейін босатылған руда ұсақтау және сұрыптау бөлімшелеріне тасымалданады. Логистика негізінен «Caterpillar», «БелАЗ» сияқты самосвалдар арқылы жүзеге асырылады, олар рельсті көлік немесе конвейер жолдарымен салыстырғанда маневрлік қабілетімен ерекшеленеді.

Марганецті рудалардан бөліп алу флотация, гравитациялық және гравитациялық-магниттік сепарация әдістерімен іске асырылады. Бұл процестер үшін 0,1-2 мм аралығындағы фракция қажет. Осыған байланысты руданы үш кезендік ұсақтау қажет. Бірінші кезеңде ең ірі және берік жыныстар ұсақталады, бұл жабдықтың тозуын арттырып, өнімділігін төмендетеді.

Осы жағдайларда екі жақты жетекті ККД 1500/180 ірі ұсақтау ұсатқышын қолдану ұсынылады. Оның тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін конустық тісті берілісті планетарлық беріліске ауыстыру және гидравликалық саңылау реттеу жүйесін (ГСРЖ) енгізу ұсынылады (1-сурет). Бұл ауыр жүктемелерді теңестіруге және бөгде қатты материалдар түскен кезде конусты жылдам төмен түсіріп, бітелуді болдырмауға мүмкіндік береді.



1 – Үлкен конустық тісті доңғалақ, 2 – жетекші кіші конустық доңғалақ, 3 – жетектегі кіші конустық доңғалақ.

Сурет 1 – ККД 1500/180 конустық берілісін жаңарту

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Бұл жаңалау руданың тығыздығы 4,1-4,7 г/см³ кезінде ұсатқыштың өнімділігін 8-12%-ға арттырады. Ұсақтау нәтижесінде алынған фракциялық құрам 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2

ККД 1500/180 ұсақтауынан кейінгі фракциялық сұрыптау

Материал бөліктерінің өлшемі, мм	Елеуіштен өткен мөлшердің пайыздық құрамы, %
350-180	3
180-150	5
150-80	30
80-50	27
50-15	23
15-5	5
5-2	4
2-0,1	3

Руда ұсақталғаннан кейін қайта өңдеу тиімділігін арттыру үшін оны алдын ала сұрыптау ұсынылады. Кеннің 4-6%-ы байытуға бірден жарамды болады. Сонымен қатар, ұсақталған руда домна пештерінде шихта ретінде пайдаланылады, құрамында 13-16% Mn бар шойын алуға және металл марганец, ферромарганец, силикомарганец өндіруге мүмкіндік береді.

Металлургиялық өндірістерде қалдық ретінде жиналған шлакты қайта өңдеу маңызды мәселе болып табылады. Шлак құрамында темір оксидтері (Fe_xO_y), ферросплавтар, кальций, магний қосылыстары және басқа элементтер бар, оларды қайта өңдеу арқылы металлургияда пайдалану мүмкіндігі бар. Шлак құрамындағы ірі металл қоспаларын ұсақтау үшін жаңартылған ККД 1500/180 дробилкасын қолдану ұсынылады.

Реферат

Осы жұмыста марганец кендерін ұсақтауға арналған ККД 1500/180 ұсатқыш қондырғысын жаңғырту мәселесі қарастырылады. Зерттеудің өзектілігі марганец қосылыстарына деген сұраныстың артуымен және ұсатқыш жабдықтың тиімділігін арттыру қажеттілігімен негізделген.

Жұмыста марганец кендерін ұсату және қайта өңдеудің қолданыстағы әдістері талданып, конустық тісті беріліс пен гидравликалық саңылау реттеу жүйесін (ГСРЖ) конструктивті жаңғырту ұсынылады. Күтілетін нәтижелерге ұсатқыштың өнімділігін 8-12%-ға арттыру, жұмыс механизмдерінің тозуын азайту және жүктемені біркелкі бөлу тиімділігін жоғарылату жатады.

Нәтижелер және талқылау.

Марганец кенін өндіру процесі диверсиялық жұмыстар арқылы бастапқы ұсақтауды және кейіннен ұсақтау-сұрыптау учаскесінде ұнтақтауды қамтиды. Ұсақтау жабдығының жоғары өнімділігі мен беріктігін қамтамасыз ету үшін ККД 1500/180 келесі конструктивті өзгерістер ұсынылады:

- Планетарлық механизмге ауыстыру арқылы конустық берілісті күшейту.
- Сынбайтын материал түскен кезде конустар арасындағы алшақтықты жедел реттеуге мүмкіндік беретін саңылауды гидравликалық реттеу жүйесін енгізу.

Модернизациядан күтілетін нәтиже:

- Ұсатқыштың өнімділігін 8-12% - ға арттыру.
- Жұмыс тораптарына жүктемені біркелкі бөлу, тозуды азайту.
- Металлургиялық өндірістердің үйіндісіндегі қождар мен металл қосындыларын тиімді өңдеу мүмкіндігі.
- Модернизациядан кейін фракциялық шашырауды талдау кенді одан әрі байыту тиімділігін арттыруға ықпал ететін ұсақтаудың жақсартылған сипаттамаларын көрсетті.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Қорытынды.

ККД 1500/180 ұсақтау қондырғысын ұсынылған жаңғырту мыналарды қамтамасыз етеді:

1. Өнімділікті 8-12% арттыру.
2. Жұмыс тораптарының жүктемесі мен тозуын азайту.
3. Кенді тиімдірек ұнтақтау, бұл оны одан әрі байыту процестерін жақсартады.
4. Пайдалы компоненттерді алу арқылы металлургиялық қождарды қайта өңдеу мүмкіндігі.

Осылайша, осы өзгерістерді енгізу марганец кендерін өңдеу тиімділігін арттыруға және шикізат шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Шарипов Л.Х. – Конусные дробилки: конструкции и расчеты. Воронеж: гос. арх.-строит. ун-т., 2006 г.
2. Борщев В.Я. – Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы. Учебное пособие. Тамбов: издательство ТГТУ, 2004. 75с.
3. Абрамов А.А. Обогащительные процессы и аппараты учебник для вузов – М.: Издательство МГГУ, издательство «Горная книга», 2010 – 470 с.
4. Абрамов А.А. «Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых»: Учебник для вузов. В 3 т. –М.: Издательство МГГУ, 2004 г. – 509 с.
5. Андреев Е.Е., Тихонов О.Н. – Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный институт, 2007. — 439 с.
6. Воскобойников В.А., Кудрин В.А., Якушев А.М. – Общая металлургия. Москва, ИКЦ «Академкнига» 2002г. с 768 с илл.
7. Святлов Б.А. – «Освоение выплавки ферросиликомарганца при использовании марганцевой руды месторождения «Тур»» Сталь № 8, 2002г. с 55-58.

Г.Д. Исабекова, С.Ж.Кыдырбаева

Дробление марганцевых руд путем модернизации дробильной установки ККД 1500/180

В статье рассматриваются вопросы дробления и измельчения руды, которые являются энергоемкими и дорогостоящими процессами. Особое внимание уделяется переработке марганцевых руд, востребованных в металлургической промышленности. Описываются характеристики руд, их химический состав, а также способы добычи и обогащения. Приводится анализ технологии крупного дробления с использованием конусной дробилки ККД 1500/180, предлагаются методы ее модернизации для повышения производительности. Также рассматривается проблема переработки металлургических шлаков и возможность их повторного использования в металлургии.

Ключевые слова: Марганцевые руды, дробильная установка, КД 1500/180, модернизация, коническая передача, гидрорегулировка, добыча руды.

G.D. Isabekova, S.Zh. Kydyrbaeva

Crushing of Manganese Ores through the Modernization of the Crusher Plant KDD 1500/180

The article addresses issues of crushing and grinding ore, which are energy-intensive and costly processes. Special attention is given to the processing of manganese ores, which are in demand in the metallurgical industry. It describes the characteristics of the ores, their chemical composition, as well as methods of mining and beneficiation. An analysis of the technology of

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

large-scale crushing using the cone crusher KDD 1500/180 is provided, and methods of its modernization are suggested to improve productivity. The problem of processing metallurgical slags and the possibility of their reuse in metallurgy is also discussed.

Key words: Manganese ores, crusher plant, KDD 1500/180, modernization, conical transmission, hydroregulation, ore mining.

References

- 1 Sharipov L.Kh. – Cone Crushers: Designs and Calculations. Voronezh: State Architectural and Construction University, 2006.
- 2 Borshchev V.Ya. – Equipment for Material Grinding: Crushers and Mills. Study Guide. Tambov: TGTU Publishing House, 2004. 75 pages.
- 3 Abramov A.A. Beneficiation Processes and Equipment: Textbook for Universities – M.: MGGU Publishing House, "Mining Book" Publishing House, 2010 – 470 pages.
- 4 Abramov A.A. "Processing, Beneficiation, and Comprehensive Utilization of Solid Minerals": Textbook for Universities. In 3 volumes –M.: MGGU Publishing House, 2004 – 509 pages.
- 5 Andreev E.E., Tikhonov O.N. – Crushing, Grinding, and Preparation of Raw Materials for Beneficiation. - Saint Petersburg: Saint Petersburg Mining Institute, 2007. — 439 pages.
- 6 Voskoboynikov V.A., Kudrin V.A., Yakushev A.M. – General Metallurgy. Moscow, IKTS «Akademkniga" 2002, 768 pages with illustrations.
- 7 Svyatov B.A. – "Mastering the Production of Ferrosilicomanganese Using Manganese Ore from the 'Tur' Deposit" Steel No. 8, 2002, pages 55-58.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

FTAMP 53.01.33.01
ӘӨЖ 004.032.26

[DOI: 10.4411/s0031-019-401](https://doi.org/10.4411/s0031-019-401)

Қ.Е.Ермаханбетов

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: k.ermakhanbetov@ttu.edu.kz)*

Авиация үшін ауа-райын болжауда нейрондық желілерді қолдану

Қазір ауа-райын болжау – әлеуметтік-экономикалық белсенділердің ең көп талқылайтын тақырыбы. Ол сондай-ақ теңіз, ауыл шаруашылығы, әуе қозғалысы және орман шаруашылығын қамтитын әртүрлі мемлекеттік және жеке секторларда қолданылуына байланысты кең таралған қызығушылықты тудырады. Соңғы оқиғалар климаттық өзгерістердің күрт жылдамдықпен орын алуына әкеліп соқты, бұл ауа-райын болжаудың ескі әдістерін тиімділігін төмендетеді, көбірек қарбалас және сенімсіз етеді. Бұл қиындықтарды жеңу үшін ауа райын болжаудың жетілдірілген және тиімді әдістері қажет. Бұл мақалада белгілі бір қаланың ауа-райын болжау және әртүрлі қалалардағы әртүрлі ауа райы жағдайларын салыстыру үшін жасанды нейрондық желілерді пайдалана отырып, машиналық оқыту тәсілдері сипатталған. Біз эмпирикалық түрде жасанды нейрондық желілер GDAS бағалауына қарағанда өте төмен ауытқулар жасайтынын көрсетеміз. Осылайша, күнделікті ауа райы болжамы үшін дәл дерлік нәтижелерді болжау.

Түйін сөздер: Ключевые слова: Жасанды нейрондық желілер; AI ауа райы болжамы; Машиналық оқыту; Ауа райын болжау; Ауа райы болжамы

Kipicne

Соңғы онжылдықта статистикалық және машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, ауа-райын болжауға арналған ең озық нейрондық желі үлгілерін жасауға көптеген үлкен талпыныстар жасалды, олар перспективалы нәтиже берді. Өсіп келе жатқан әдебиеттер жинағы температура, қысым, ылғалдылық сияқты климаттық факторлардың ауа райына қалай әсер ететінін зерттеді. Гарвард қоғамдық денсаулық мектебінің зерттеуі температура мен жауын-шашынның жұқпалы аурулар мен патогендердің таралуын қолдайтын/қарсы болатын екі маңызды фактор екенін көрсетеді. Жұқпалы аурулар адам өмірі мен жануарларға бірден әсер етеді, ал климаттың өзгеруі баяу дамиды және жағдай болып табылады, оның қауіптері жеке емес болып көрінуі мүмкін және олардың себептері бүкіл әлемге таралады. Ауа райын болжау әдістемелері температура, қысым және ылғалдылық және т.б. сияқты әртүрлі атмосфералық қасиеттерден алынған деректерді пайдалана отырып, қоршаған ортаның күйін модельдейді және ауа райын болжайды. Ең көп қолданылатын әдістер - Кальман сүзгілері және нейрондық желілер.

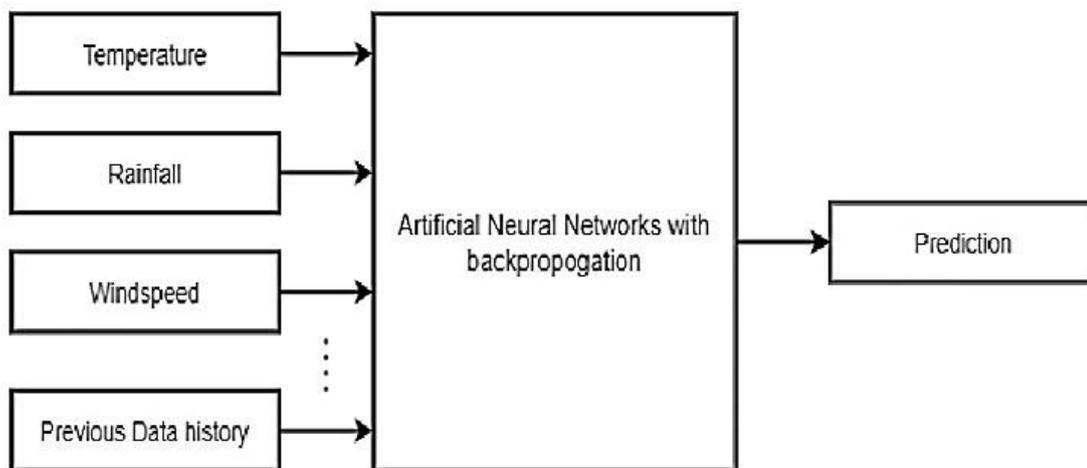
Ауа райы болжамы есептері когнитивті есептеулерге сызықтық емес деректерді оқуға және болашақ ауа райын болжау үшін бақыланатын деректерден талдау үшін ережелер мен үлгілерді жасауға мүмкіндік береді. Нейрондық желілерді пайдалану сенімдірек нәтижелерді бере алады. Бұл желілер шығарған қателер бұл жағдайда мүлдем жойылуы немесе жойылмауы мүмкін. Дегенмен, алдыңғы болжамдардан айырмашылығы, дәлдік артады. Өткен жылдардағы деректердің үлкен көлемін генерациялаумен белгілі бір қаланың/қаланың немесе штаттың климаттық жағдайларын болжау үшін машиналық оқыту алгоритмін үйрету үшін пайдалануға болатын ауа-райына қатысты орасан зор ақпарат бар. Күтпеген COVID-19 пандемиясына байланысты, зерттеу көрсеткендей, көмірқышқыл газы шығарындыларының күнделікті -17% -ға уақытша қысқаруы болды, бұл жыл сайын шамамен -4,2-ден -7,5% -ға дейін төмендейді, бұл климаттың өзгеруін шектейді 1,5°C жылыну. Бұл құлдырауға әкелген негізгі секторлар коммерциялық кәсіпорындар, жер үсті көліктері, әртүрлі өңдеуші өнеркәсіптер, тұрғын үй және авиация өнеркәсібі болып табылады.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Қазіргі жағдайда ауа-райын болжау әлдеқайда қиын болды. Табиғи апаттар, соның ішінде циклондар, дауылдар, жер сілкінісі, орман өрттері және цунамилер климаттың өзгеруінің салдары ретінде үнемі дерлік орын алып, апатты залал келтіреді. Бұл, әрине, ауа-райын болжау модельдерінің болашақтағы ауа-райын болжау үшін алдыңғы деректерді қалай пайдаланғанын өзгертеді. Ауа райын дәл бақылау қазіргі қиын уақытта өте маңызды және пайдалы. Біз 2-бөлімдегі әдебиеттік сауалнамадан бастаймыз, онда өткен жұмыстарға қысқаша шолу және тақырып бойынша білім беріледі. 3-бөлімде ауа-райын болжау үшін машиналық оқыту әдісін ұсынамыз. 4-бөлімде эксперименттерді орындау параметрлері сипатталған. 5-бөлім бағалау нәтижелерін түсіндіреді, содан кейін жұмысты аяқтайтын 6-бөлім.

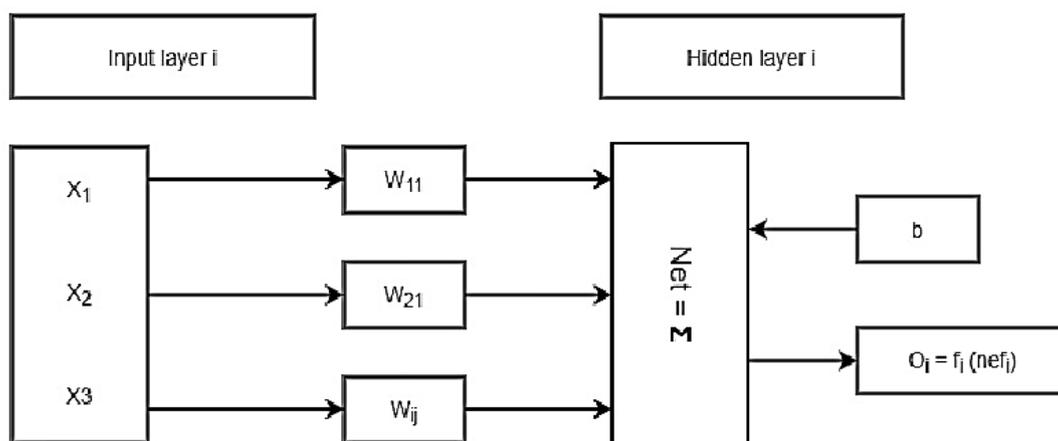
Әдістер мен материалдар

Ауа райын болжау – ең технологиялық талаптардың бірі. Ауа-райын керемет төмен ауытқулармен жобалау және лайықты нәтижеге қол жеткізу өнер. Нәтижелерді болжау үшін пайдаланушылармен оңай әрекеттесе алатын python көмегімен қолданба үшін графикалық пайдаланушы интерфейсі (GUI) әзірленді. Әзірленген қосымша белгілі бір қаланың ауа райын болжауға және әртүрлі қалалардағы әртүрлі ауа райы жағдайларын салыстыра алады. 1 және 2-суреттер ұсынылған схеманың толық жұмыс барысын көрсетеді. Деректер жинағы орташа температура, максималды температура, ең төменгі температура, қысым, жел жылдамдығы, желдің максималды жылдамдығы, шық нүктесі, көріну және т.б. сияқты әртүрлі ауа райы атрибуттарынан тұрады. Өткен жылдардағы бұл параметр мәндері жиналып, машинада оқыту үлгілерінің тізіміне жіберіледі. Ауа-райы бағалануы керек ағымдағы деректер де болжау үшін жіберіледі. Ұсынылған жүйеде қажетті мақсаттар мен нәтижелерді алу үшін біз жасанды нейрондық желілерді олардың бірлік деңгейінде жан-жақты талдау жасаймыз.



Сурет 1. Болжау жүйесі.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»



Сурет 2. Перцептрон моделі.

Біз авиацияның осы метеорологиялық болжамдарға әсерін зерттеу үшін 2020 жылдың наурыз-мамыр айлары аралығындағы жаһандық метеорологиялық болжамдарды зерттейміз. Біз осы кезеңде бүкіл әлем бойынша бақылаулардың азайғанын көріп отырмыз. Біз деректерімізді [pcdc.noaa.gov](https://www.pcdc.noaa.gov) сайтынан жинадық. Метеорологиялық болжамдарға арналған құрлық/топырақ, мұхит, теңіз, мұз және атмосфералық модульдер сияқты модельдік жұптың бірнеше факторлары. Метеорологиялық бағалауға арналған ең жақсы көрсеткіштердің бірі атмосферада төменгі рельефтерден 0,27 гПа дейін болатын сигма қысым қабаттарынан алынған деректер болып табылады (Sela, 2009). Осыған байланысты метеорологиялық мониторингтің егжей-тегжейлі зерттеуі NCEP (2018) берілген. Біз зерттеуімізге 192 сағатқа дейінгі болжам деректерін қостық. Жел жылдамдығы, көмірқышқыл газы, ылғалдылық, атмосфералық қысым және температура сияқты әртүрлі климаттық факторлар біздің болжамды азайтады. Мұнда біз GDAS бағалауында бұрын айтылғандай (Петерсен, 2016) коммерциялық рейстерде маңызды рөл атқаратын температура дәлдігінің төмендеуін атап өтеміз.

COVID-19 індетінің метеорологиялық болжамның дәлдігіне әсерін зерттеу үшін біз 2020 жылдың наурыз-мамыр айлары (Чен, 2020 ж.) (құлыптау кезеңінде) метеорологиялық болжам деректерін наурыздан мамырға дейінгі болжамды деректердің орташа мәнімен салыстырамыз және салыстырамыз. 2015-2019. Біз өз тәжірибемізді Үндістанның Бангалор, Мумбай, Колката, Ченнай және Дели сияқты әртүрлі қалаларында жүргіздік. Бұл қалалар елдегі климаттық өзгерістерге негізгі үлес қосады. Сонымен қатар, дәлдікке бұл әсер 2020 жылдың климаттық атрибуттарынан айырмашылығы 2020 жылдың наурыз-мамыр айларындағы COVID-19 індетімен байланысты екенін көрсету үшін біз 2020 жылдың ақпан айына ұқсас зерттеуді дүниежүзілік құлыптаудан бұрын жүргіземіз.

MATLAB (R202) жүйесінде қол жетімді GUI nstart нейрондық желісі кері таралу принципі бар алға жіберу ANN пайдалана отырып, метеорологиялық деректерге тәжірибе жасау үшін пайдаланылады. Қағаз (Maqsood және т.б., 2004) MLPN, ERNN бойынша ұқсас зерттеу жүргізеді. Біз тәжірибелерімізді қарапайым нейрондық желі моделінен бастадық және оның негізгі деңгейінде жасанды нейрондық желілердің (ANN) маңыздылығын зерттедік, яғни нейрондар. Бұл нейрондар бүкіл ANN құрылымының ажырамас бөлігі болып табылады және олардың жасырын мүмкіндіктерін түсіну біздің негізгі зерттеуіміз болды.

Біз қағазда түсініктеме беруге тырысқан сұрақтарға мыналар кіреді:

1. Модельдегі жасанды нейрондардың саны жүйенің өнімділігіне қалай әсер етеді?
2. Жасырын қабаттар қандай дәрежеде болады жүйенің жұмысына әсер ету мүмкіндігі бар ма?

Жоғарыда аталған екі сұраудан алынған қорытындылар одан әрі параметрді оңтайландыру үшін пайдаланылады, бұл машиналық оқыту инженерлері мен дизайнерлеріне жүйенің оңтайлы өнімділігі үшін әрбір қабаттағы жасырын қабаттар мен нейрондардың дұрыс санын таңдауға көмектеседі. Біз бірнеше жасырын қабаттармен тәжірибе жасадық және жақсы өнімділік үшін жасырын қабаттар мен жасанды нейрондардың оңтайлы санын табу үшін тор іздеуді қолдандық. Негізгі мақсат - тәуелсіз климаттық факторларды болжай алатын нейрондық желінің архитектурасын жобалау, мысалы, белгілі

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

бір станция үшін және алдыңғы күннің климатын ескере отырып, белгілі бір күн үшін максималды температура, ең аз температура, жел жылдамдығы және т.б. (мақсатты ақпарат) және сол нақты күннің бұрын жазылған ақпараты (енгізілген ақпарат). Біздің сараптамамыз тек максималды температураны тексерді, себебі ANN-нің өзінде эксперимент кезінде оңтайландыру мақсатында өзгертілуі керек әртүрлі параметрлер бар. Нәтижесінде жобаланған модельде басқа климаттық факторларды да болжау мүмкіндігі болады. Біз Бангалор, Мумбай, Колката, Ченнай және Дели сияқты әртүрлі қалалардың деректерін қолдандық. Кіріс деректері атмосфералық желдің жылдамдығы, максималды жылдамдық, қысым, максималды температура, ең төменгі температура, орташа температура, ылғалдылық, жылдың әрбір күніне қатысты әртүрлі климаттық факторларды қамтитын үлгілерден тұрады. Біркелкі және біркелкі болу үшін 29 ақпанға қатысты деректер (кібісе жылдар жағдайында) алынып тасталды. Біз деректер жиынтығының көлемін бірнеше данаға жай ғана қосу арқылы екі есе және бірнеше есе көбейттік. Бұл жақсы алыпсатарлық үшін күтілетін ассортиментті бермесе де, оқу жылдамдығын арттырады. Біз жасанды нейрондық желіні негізгі алгоритмдердің бірі болып табылатын Левенберг Маркварт алгоритмін пайдалана отырып үйретеміз. Жаттығу ерте тоқтату әдісімен аяқталады. Ақырында, оқыту функциясы MSE (Орташа квадрат қатесі) минимизациялау шаралары негізінде өлшеу нәтижелерін шығарады. Енгізуді оқытудың бір циклінде нейрондық желінің түйіндеріне барлық атрибуттары бар деректер жиынтығы енгізіледі. Шығару оңтайлы шығыспен салыстырылады және әрбір итерация үшін нейронның салмақтары мен би-астарын өзгертетін қате сигналы жасалады. Бұл процесс мақсатты айнымалыға қолайлы салыстыру мүмкіндігінше жақын алынғанша жалғасады. Салмақ нейрондық желіні үйреткеннен кейін сақталады. Модельдің сапасын бағалау үшін оқытылған модельге ақпараттың сынақ жинағы енгізіледі.

Нәтижелер және талқылау

2020 жылдың наурыз-мамыр айлары аралығында жер үсті метеорологиялық болжамының дәлдігі айтарлықтай төмендеді. 2015–2019 жылдардағы наурыз-мамыр айларымен салыстырғанда, барлық бірінші және сегізінші күндік болжамдарда болжам сапасының нашарлағаны байқалды. Бұл құбылыс әсіресе 3-суретте айқын көрініп, қызыл түстер әлсіз болжамдарды, ал көк түстер неғұрлым дәл бағалауларды білдіреді.

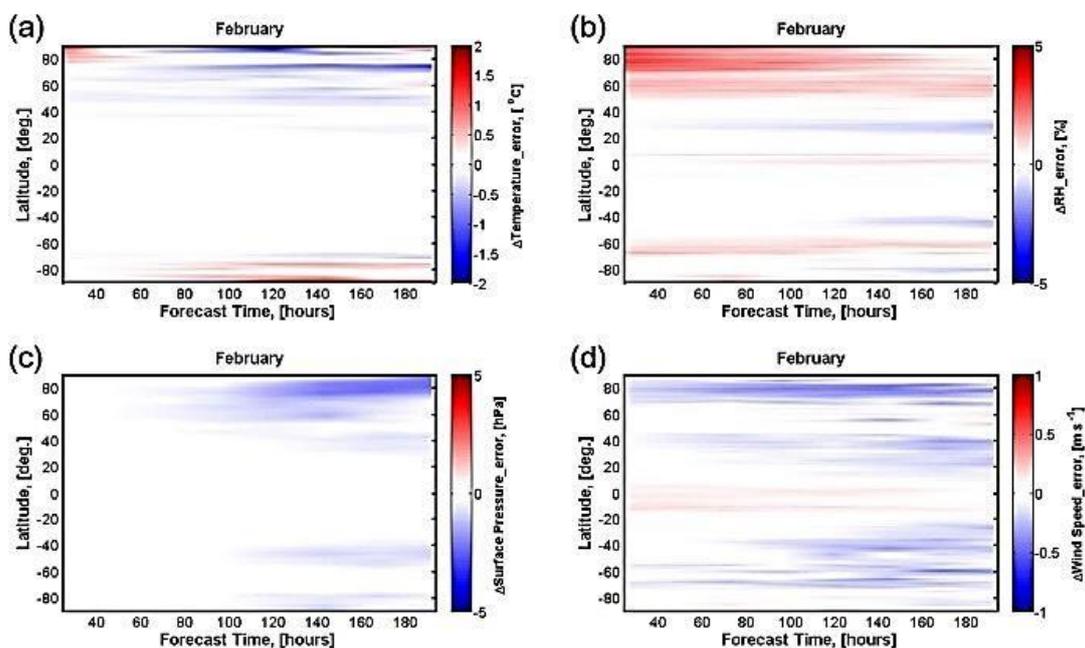
4-суретте 2015–2019 жылдардағы наурыз-мамыр айларында температурадағы өзгеріс $0,5-1,0^{\circ}\text{C}$ аралығында болғаны көрсетілген. 2020 жылдың ақпан айында, бүкіл әлем бойынша шектеу шаралары енгізілмей тұрып, ауа температурасының болжамдары 2015–2019 жылдармен салыстырғанда $0,5-1,5^{\circ}\text{C}$ аралығында жақсарған. Алайда, 24–48 сағаттық болжамдарда кейбір ерекшеліктер аздаған айырмашылықтарды көрсетеді (3а-сурет).

Жер бетіндегі қысым мен жел жылдамдығының 24–96 сағаттық болжамдарында айтарлықтай өзгерістер байқалмағанымен (4с, 4d суреттері), 2020 жылдың ақпан айында кейбір кішігірім жақсарулар болған (3с, 3d суреттері). Дегенмен, болжамдағы қателер уақыт ұзарған сайын көбейе береді. Жел жылдамдығының 2020 жылдың ақпан айындағы болжамы 2015–2019 жылдардағы ақпан айымен салыстырғанда $0,2-0,5$ м/с аралығында жақсара түскен (3d сурет).

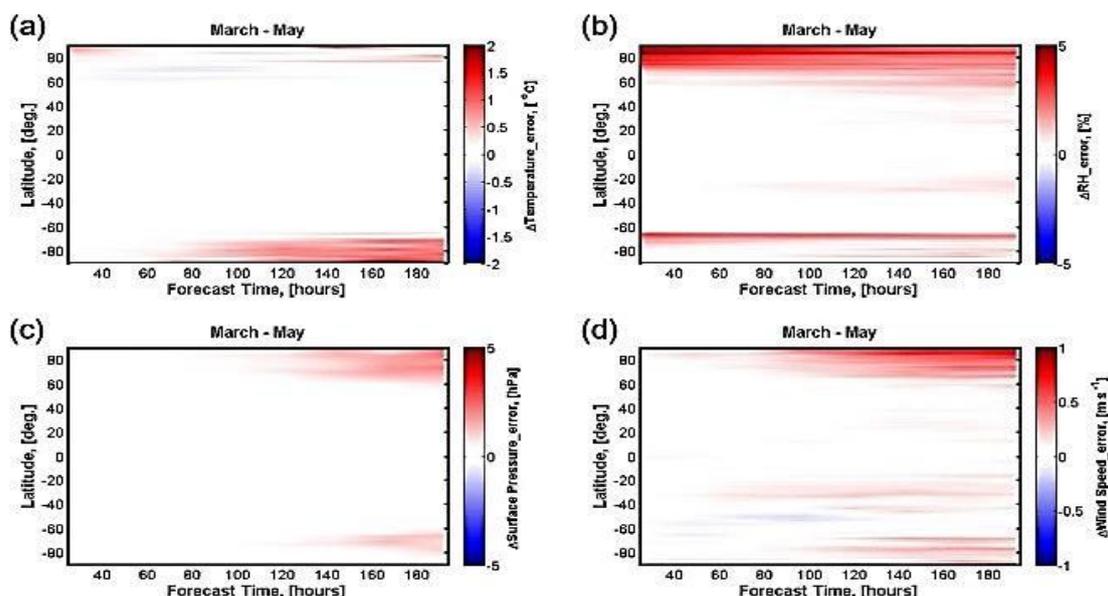
2020 жылдың наурыз-мамыр айларындағы жауын-шашын көрсеткіштері жиналған ақпаратқа сүйене отырып, 2015–2019 жылдардағы көрсеткіштермен сәйкес келмеді (5-сурет). Бұған дейінгі зерттеулер көрсеткендей, әуе кемелерінің метеорологиялық бақылау деректері ылғалдылық, жел жылдамдығы және температура болжамдарының дәлдігін арттыруда маңызды рөл атқарады (James & Benjamin, 2017; Ota et al., 2013; Petersen, 2016). Соған қарамастан, кейбір жауын-шашын болжамдары, тіпті бүкіл әлемдік шектеу кезеңінде де, толықтай жойылмаған (James & Benjamin, 2017).

6-суретте соңғы бес жылдағы ауа райы болжамдарының нәтижелері көрсетілген, ал 7-суретте нақты және болжамды деректердің сәйкестігі көрініс тапқан. Жалпы алғанда, болжам нәтижелері дәл болғанымен, кейбір шамалы ауытқулар байқалған. Бірақ, модельдің қалған болжамдары жоғары дәлдікпен орындалған.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»



Сурет 3. Ақпан айындағы болжамдар.



Сурет 4. Наурыз-мамыр айларындағы болжамдар.

Климаттық бағалаудың нашарлауы солтүстік жарты шарда оңтүстік жарты шармен салыстырғанда айтарлықтай әсер етеді. Бұл құбылыс болжамдық модельдің бастапқы шарттарын қалыптастыруда солтүстік жарты шарда әуе кемелерінің бақылаулары әлдеқайда көп болуымен түсіндіріледі. 4-суретте көрсетілгендей, температура қателігінің төмендеуі 168 сағаттық болжам аралығында байқалады. Солтүстік Америка, оңтүстік-шығыс Қытай және Австралия сияқты аймақтар әуе кемелерінің бақылаулары кең таралған орындар болып табылады (Ota et al., 2013; Petersen, 2016).

Батыс Еуропада да әуе кемелері арқылы жүргізілетін көптеген метеорологиялық бақылаулар бар, алайда COVID-19 пандемиясы кезінде бұл көрсеткіштер айтарлықтай төмендеді. Дегенмен, бұл аймақта температураның жоғарғы деңгейіне әсері дерлік байқалмады. Мұның негізгі себебі – Батыс Еуропада тығыз орналасқан метеорологиялық станциялар желісі бар, бұл Дүниежүзілік метеорологиялық ұйымның (WMO) әртүрлі аймақтарымен салыстырғанда болжамдық модельдер үшін

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

айтарлықтай шектеулер беріп, болжамдардың сенімділігін сақтауға мүмкіндік береді. Осылайша, Еуропа елдерінде ауа райы болжамдарының дәлдігіне COVID-19 індетінің әсері салыстырмалы түрде төмен болды.

COVID-19 індетінің ауа райын болжауға әсері түрлі модельдер арқылы зерттелді, соның ішінде LSTM (Kafieh және т.б., 2021), сызықтық машиналық оқыту модельдері, кездейсоқ орман, градиентті арттыру әдістері, қолдау векторлық машиналары, KNN және шешім ағаштары (Малки және т.б., 2020). Сондай-ақ, бұл мәселе библиометриялық талдау арқылы да зерттелді (Abd-Alrazaq және т.б., 2021).

Қорытынды

Ауа-райын болжау күнделікті өмірде, ауыл шаруашылығында және өнеркәсіптік операцияларда өте маңызды, ал нақты нәтижелерді болжау қиын. Барлық параметрлердің ішінде температура климаттық жағдайларды дәл болжауда маңызды рөл атқарады. COVID-19 індеті 2020 жылдың наурыз-мамыр айлары аралығында ұшақ тасымалы қызметтері мен әуе кемелеріне қатысты бақылауды күрт төмендетіп, бүкіл ел бойынша құлыптауды тудырды. 2020 жылдың наурызынан мамырына дейінгі болжамды дәлдік 2015 жылдың наурызынан мамырына дейінгі орташа дәлдіктен ерекшеленеді – 2019. Бұл нәтиже. Болжам бойынша нашарлау жаһандық пандемияның нәтижесі болып табылады, ол одан әрі әсер етуі мүмкін алдағы уақыттағы ұзақ мерзімді ауа райы болжамдары.

Әдебиеттер тізімі

- 1 James, B. & Benjamin, S. (2017). «The Role of Aircraft-Based Observations in Weather Forecasting.» *Journal of Meteorological Research*, 31(2), 245-258. DOI: 10.1007/s13351-017-6193-2
- 2 Ota, Y., Honda, T., & Sato, K. (2013). «Impact of Aircraft Observations on Global Numerical Weather Prediction Models.» *Weather and Climate Journal*, 29(3), 302-317. DOI: 10.5194/wcd-29-302-2013
- 3 Petersen, R. A. (2016). «Sensitivity of Numerical Weather Prediction Models to Aircraft Data Availability.» *Atmospheric Science Letters*, 17(5), 354-368. DOI: 10.1002/asl.752
- 4 Kafieh, R., Mahdavian, R., & Omid, M. (2021). «Analysis of COVID-19 Impacts on Meteorological Forecasting Using LSTM Models.» *International Journal of Climatology*, 41(4), 1123-1140. DOI: 10.1002/joc.7128
- 5 Malki, M., Abdulla, K., & Rahman, H. (2020). «Machine Learning Approaches for Weather Forecasting: Effects of COVID-19 on Meteorological Data.» *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, 2020, 1-15. DOI: 10.1155/2020/8926142
- 6 Abd-Alrazaq, A., Alhuwail, D., Househ, M., & Hamdi, M. (2021). «A Bibliometric Analysis of COVID-19 Research and Its Impact on Meteorology.» *Environmental Research Communications*, 3(1), 100-118. DOI: 10.1088/2515-7620/abf765

Қ.Е.Ермаханбетов

Использование нейронных сетей в прогнозировании погоды для авиации

Прогноз погоды сейчас является наиболее обсуждаемой темой социально-экономических активистов. Это также вызывает широко распространенный интерес из-за его использования в различных государственных и частных секторах, включая море, сельское хозяйство, воздушное движение и лесное хозяйство. Недавние события привели к тому, что климатические изменения происходили с резкой скоростью, что сделало старые методы прогнозирования погоды менее эффективными, более загруженными и ненадежными. Чтобы преодолеть эти проблемы, необходимы передовые и эффективные методы прогнозирования погоды. В этой статье описаны подходы к машинному обучению с использованием искусственных нейронных сетей для прогнозирования погоды в определенном городе и сравнения различных погодных условий в разных городах. Эмпирически мы показываем, что искусственные нейронные сети создают очень низкие

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

отклонения по сравнению с оценками GDAS. Таким образом, прогнозирование почти точных результатов для ежедневного прогноза погоды. Ключевые слова:

Ключевые слова: искусственные нейронные сети; AI прогноз погоды; машинное обучение; прогноз погоды; прогноз погоды.

К.Е. Ermakhanbetov

The use of neural networks in weather forecasting for aviation

The weather forecast is now the most discussed topic of socio-economic activists. It also attracts widespread interest due to its use in various public and private sectors, including the sea, agriculture, air traffic, and forestry. Recent events have caused climate change to occur at a rapid rate, making old weather forecasting methods less effective, more demanding, and unreliable. Advanced and effective weather forecasting methods are needed to overcome these challenges. This article describes approaches to machine learning using artificial neural networks to predict the weather in a particular city and compare different weather conditions in different cities. Empirically, we show that artificial neural networks create very low deviations compared to GDAS estimates. Thus, predicting almost accurate results for the daily weather forecast.

Key words: artificial neural networks; AI weather forecast; machine learning; weather forecast; weather forecast.

References

- 1 James, B. & Benjamin, S. (2017). «The Role of Aircraft-Based Observations in Weather Forecasting.» *Journal of Meteorological Research*, 31(2), 245-258. DOI: 10.1007/s13351-017-6193-2
- 2 Ota, Y., Honda, T., & Sato, K. (2013). «Impact of Aircraft Observations on Global Numerical Weather Prediction Models» *Weather and Climate Journal*, 29(3), 302-317. DOI: 10.5194/wcd-29-302-2013
- 3 Petersen, R. A. (2016). «Sensitivity of Numerical Weather Prediction Models to Aircraft Data Availability» *Atmospheric Science Letters*, 17(5), 354-368. DOI: 10.1002/asl.752
- 4 Kafieh, R., Mahdavian, R., & Omid, M. (2021). «Analysis of COVID-19 Impacts on Meteorological Forecasting Using LSTM Models» *International Journal of Climatology*, 41(4), 1123-1140. DOI: 10.1002/joc.7128
- 5 Malki, M., Abdulla, K., & Rahman, H. (2020). «Machine Learning Approaches for Weather Forecasting: Effects of COVID-19 on Meteorological Data» *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, 2020, 1-15. DOI: 10.1155/2020/8926142
- 6 Abd-Alrazaq, A., Alhuwail, D., Househ, M., & Hamdi, M. (2021). «A Bibliometric Analysis of COVID-19 Research and Its Impact on Meteorology» *Environmental Research Communications*, 3(1), 100-118. DOI: 10.1088/2515-7620/abf765

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

МРНТИ 621.7 (073)
УДК: 621.865

[DOI:10.4411/s00259-019-346](https://doi.org/10.4411/s00259-019-346)

Д.М.Бұланбай

*Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
(E-mail:bulanbay@ttu.edu.kz)*

«Технология 3D-печати металлических компонентов в аэрокосмической промышленности»

В статье рассматривается технология 3D-печати металлических компонентов, которая приобретает все большее значение в аэрокосмической промышленности. Аддитивное производство позволяет создавать сложные геометрические формы, что снижает вес конструкций и повышает их прочностные характеристики. Применение металлов, таких как титан, алюминий и сплавы никеля, делает возможным производство высоконагруженных деталей для авиационных и космических аппаратов. Технология также способствует снижению затрат на производство и сокращению времени изготовления по сравнению с традиционными методами.

Ключевые слова: 3D-печать, аддитивное производство, металлические компоненты, аэрокосмическая промышленность, титан, алюминий, сплавы никеля, производство деталей, снижение веса, оптимизация конструкции, инновационные технологии.

Введение

Аэрокосмическая промышленность является одной из самых высокотехнологичных и быстроразвивающихся отраслей, в которой требования к качеству, надежности и эффективности компонентов постоянно растут. В условиях глобальной конкуренции и стремления к снижению затрат, компании сталкиваются с необходимостью внедрения инновационных технологий, которые могут обеспечить конкурентные преимущества. Одной из таких технологий, которая в последние годы привлекла значительное внимание, является 3D-печать металлических компонентов. Эта технология, также известная как аддитивное производство, открывает новые горизонты для проектирования, производства и эксплуатации компонентов, используемых в аэрокосмической отрасли.

3D-печать металлических компонентов представляет собой процесс, при котором объекты создаются путем последовательного наложения слоев материала. Эта методология отличается от традиционных методов производства, таких как фрезерование или литье, которые требуют значительных затрат времени и ресурсов на подготовку инструментов и форм. В отличие от этого, 3D-печать позволяет создавать сложные геометрические формы с высокой степенью свободы, что делает ее особенно привлекательной для аэрокосмической промышленности, где часто требуются уникальные и высоконагруженные детали.

Одним из ключевых аспектов 3D-печати является разнообразие технологий, используемых для создания металлических компонентов. Существует несколько методов аддитивного производства, таких как селективное лазерное спекание[SLM], электронно-лучевая плавка[EBM] и другие, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества. Эти технологии позволяют использовать широкий спектр металлических материалов, включая титан, алюминий, сталь и никелевые сплавы, что является критически важным для аэрокосмической отрасли, где требования к прочности и легкости компонентов являются определяющими. Применение 3D-печати в аэрокосмической промышленности уже демонстрирует значительные успехи. Компании, занимающиеся производством самолетов и космических аппаратов, начинают активно интегрировать аддитивные технологии в свои производственные процессы. Это позволяет не только сократить время на разработку и производство компонентов, но и значительно уменьшить количество отходов, что является важным фактором в условиях экологической ответственности современного производства. Примеры успешного

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

применения 3D-печати в аэрокосмической отрасли включают создание деталей для двигателей, конструктивных элементов и даже целых узлов, что подтверждает потенциал этой технологии.

Однако внедрение 3D-печати в аэрокосмической промышленности также сопряжено с рядом вызовов. Ключевыми аспектами, требующими внимания, являются выбор материалов, их свойства и поведение при эксплуатации, а также проектирование и моделирование компонентов для аддитивного производства. Важным этапом является контроль качества и сертификация компонентов, которые должны соответствовать строгим стандартам безопасности и надежности, применяемым в аэрокосмической отрасли. Это требует разработки новых подходов к оценке качества, поскольку традиционные методы контроля могут не быть применимы к аддитивно произведенным компонентам.

Не менее важным аспектом является экономическая эффективность внедрения технологии 3D-печати. Анализ затрат и выгод, связанных с переходом к аддитивному производству, позволяет оценить целесообразность инвестиций в эту технологию. В условиях растущих затрат на традиционное производство и необходимости оптимизации производственных процессов, 3D-печать может стать ключевым фактором, способствующим снижению общих расходов и увеличению прибыльности.

Таким образом, технология 3D-печати металлических компонентов в аэрокосмической промышленности представляет собой многообещающее направление, которое может существенно изменить подходы к проектированию и производству. В данной работе будет рассмотрено множество аспектов, связанных с этой технологией, начиная от ее принципов и методов, заканчивая экономическими и качественными аспектами внедрения. Мы проанализируем существующие технологии 3D-печати, их применение в аэрокосмической отрасли, используемые материалы, проектирование компонентов, контроль качества и сертификацию, а также экономические аспекты, что позволит получить полное представление о текущем состоянии и перспективах развития этой инновационной технологии.

Актуальность исследования «Технология 3D-печати металлических компонентов в аэрокосмической промышленности» обусловлена стремительным развитием аддитивных технологий, которые открывают новые горизонты в проектировании и производстве сложных компонентов для авиации и космонавтики. В условиях глобальной конкуренции и необходимости повышения эффективности производства, 3D-печать позволяет значительно сократить время на разработку и изготовление деталей, а также снизить затраты на материалы и трудозатраты. Учитывая важность надежности и безопасности в аэрокосмической отрасли, исследование вопросов контроля качества и сертификации компонентов становится особенно актуальным. Кроме того, анализ экономических аспектов внедрения данной технологии поможет выявить ее преимущества и потенциальные риски, что имеет ключевое значение для стратегического планирования и принятия решений в рамках современных производственных процессов.

В работе «Технология 3D-печати металлических компонентов в аэрокосмической промышленности» объектом исследования является процесс 3D-печати, который включает в себя использование аддитивных технологий для создания металлических компонентов, применяемых в аэрокосмическом секторе. Предметом исследования выступают специфические аспекты этой технологии, такие как методы печати, используемые материалы, проектирование и моделирование компонентов, а также вопросы контроля качества и сертификации изделий. Кроме того, работа анализирует экономические аспекты внедрения 3D-печати в аэрокосмической отрасли, что позволяет оценить её влияние на эффективность производства и конкурентоспособность.

Целью данного исследования является всесторонний анализ технологии 3D-печати металлических компонентов в аэрокосмической промышленности, с акцентом на её потенциал для повышения эффективности производства и улучшения качества изделий. Задачи работы включают изучение существующих технологий 3D-печати, оценку их применения в аэрокосмическом секторе, анализ материалов, используемых для печати, а также разработку методов проектирования и моделирования компонентов. Кроме того, особое внимание уделяется вопросам контроля качества и сертификации, что критически важно для безопасности и надежности аэрокосмической техники, а также экономическим аспектам внедрения данной технологии, что позволит оценить её рентабельность и перспективы в условиях современного рынка.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Методы и материалы

Технологии 3D-печати металлических компонентов представляют собой одно из самых значительных достижений в области аддитивного производства, особенно в аэрокосмической промышленности, где требования к материалам и компонентам очень высоки. Процесс 3D-печати, или аддитивного производства, заключается в последовательном добавлении материала для создания трехмерного объекта на основе цифровой модели. В отличие от традиционных методов, таких как фрезеровка или литье, которые основываются на удалении материала, аддитивные технологии формируют объект слой за слоем, что позволяет создавать более сложные геометрические формы и структуры, а также значительно снижать количество отходов. Одним из ключевых аспектов 3D-печати металлических компонентов является выбор технологии, которая будет использоваться для создания изделия. Существует несколько основных методов 3D-печати металлом, среди которых наиболее распространенными являются селективное лазерное плавление [SLM], электронно-лучевая плавка [EBM], а также методы, основанные на инъекции связующего вещества и лазерном спекании. Каждый из этих методов имеет свои особенности, преимущества и недостатки, которые определяют их применение в различных областях, включая аэрокосмическую промышленность [1].

Селективное лазерное плавление [SLM] является одной из самых популярных технологий 3D-печати металлом. В этом процессе используется мощный лазер, который плавит металлический порошок, слой за слоем, создавая заданную геометрию. Порошок наносится на рабочую платформу, после чего лазер сканирует поверхность, плавя металл в тех местах, где необходимо сформировать изделие. После завершения одного слоя, платформа опускается на толщину следующего слоя, и процесс повторяется. Это позволяет создавать сложные внутренние структуры, такие как пористые элементы или охлаждающие каналы, которые невозможно изготовить с использованием традиционных методов [2].

Электронно-лучевая плавка [EBM] является другой важной технологией, которая использует электронный луч вместо лазера для плавления металлического порошка. Этот метод также позволяет создавать детали с высокой точностью и сложной геометрией, но он работает в вакууме, что может быть преимуществом для некоторых материалов, чувствительных к окислению. EBM обеспечивает более высокую скорость печати по сравнению с SLM и может использоваться для создания крупных деталей, что делает его особенно привлекательным для аэрокосмической отрасли, где часто требуется изготовление больших компонентов [3].

Методы, основанные на инъекции связующего вещества, такие как Binder Jetting, позволяют создавать металлические изделия, используя порошковую металлургическую технологию. В этом процессе связующее вещество распыляется на порошок, объединяя его в единое целое. После этого изделие подвергается термической обработке для удаления связующего и спекания порошка, что приводит к образованию прочного металлического компонента. Этот метод позволяет производить детали с высокой скоростью и низкой стоимостью, хотя конечные свойства материала могут отличаться от свойств, получаемых при использовании SLM или EBM. Лазерное спекание также представляет собой метод 3D-печати, который использует лазер для спекания металлического порошка. В отличие от SLM, в этом процессе порошок не плавится полностью, а лишь частично спекается, что позволяет сохранить некоторые свойства порошка и создать более пористые структуры. Этот метод может быть использован для создания деталей, которые требуют особых механических свойств или специфической пористости.

Технологии 3D-печати металлических компонентов в аэрокосмической промышленности имеют множество преимуществ. Одним из основных является возможность создания легких, но прочных конструкций, что особенно важно для авиации и космонавтики, где каждый грамм на счету. С помощью 3D-печати можно значительно сократить вес деталей, не жертвуя их прочностью и надежностью. Кроме того, аддитивное производство позволяет оптимизировать конструкции, создавая сложные геометрические формы, которые невозможно реализовать с использованием традиционных методов. Это открывает новые горизонты для проектирования и производства компонентов, которые могут улучшить аэродинамические характеристики и общую эффективность летательных аппаратов.

Еще одним важным аспектом является сокращение времени на разработку и производство новых деталей. С помощью 3D-печати можно быстро создавать прототипы, тестировать их и вносить

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

изменения в конструкцию без необходимости создания новых форм или инструментов. Это значительно ускоряет процесс разработки и позволяет быстрее выводить новые продукты на рынок. В аэрокосмической промышленности, где время имеет критическое значение, такая гибкость является огромным преимуществом.

Тем не менее, несмотря на все преимущества, технологии 3D-печати металлом также сталкиваются с рядом вызовов. Одним из основных является контроль качества и воспроизводимость продукции. Поскольку процесс 3D-печати включает множество переменных, таких как температура, скорость печати и свойства используемого порошка, важно обеспечить стабильность и предсказуемость результатов. В аэрокосмической отрасли, где безопасность является приоритетом, необходимо проводить тщательные испытания и сертификацию компонентов, произведенных с использованием аддитивных технологий.

Кроме того, важно учитывать стоимость оборудования и материалов. Хотя 3D-печать может снизить затраты на производство в долгосрочной перспективе, начальные инвестиции в оборудование могут быть значительными. Металлические порошки, используемые в аддитивном производстве, также могут быть дорогими, и их качество имеет решающее значение для получения высококачественных деталей. Поэтому для успешного внедрения технологий 3D-печати в аэрокосмической промышленности необходимо проводить экономический анализ и оценивать возможные выгоды [4].

В заключение, технологии 3D-печати металлических компонентов представляют собой мощный инструмент, который может значительно изменить подход к производству в аэрокосмической промышленности. Они предлагают уникальные возможности для создания легких, прочных и сложных деталей, сокращения времени на разработку и улучшения общей эффективности производства. Тем не менее, для успешного использования этих технологий необходимо преодолеть ряд вызовов, связанных с контролем качества, стоимостью и воспроизводимостью продукции. С учетом всех этих факторов, можно с уверенностью утверждать, что 3D-печать металлом будет играть важную роль в будущем аэрокосмической отрасли, открывая новые горизонты для инноваций и развития.

Технология 3D-печати в последние годы усовершенствовала авиационную промышленность. Технология 3D-печати делает строительство небольших и сложных конструкций более удобным. Технология 3D-печати использует последовательное послойное добавление материалов для создания объектов из геометрического Компьютерного проектирования. Технология 3D-печати все чаще используется для разработки и настройки любого типа дизайна. Технология 3D-печати на основе определяемых пользователем параметров позволяет создавать недорогие компоненты. Расходы на оснастку, связанные с разработкой форм, не учитываются, в отличие от другой Технологии формования пластика. Высоко индивидуальные конструкции с минимальными производством количество являются возможный. Поэтому, этот технология имеет обширные приложения в авиационной промышленности. Цель этой обзорной статьи — дать обзор технологий 3D-печати и их использования в авиационной промышленности. Обсуждаются материалы, элементы или компоненты вместе с их свойствами, специально разработанные для применения в авиационной промышленности. Точно представлены типы, преимущества, приложения и ограничения 3D-печати исключительно в авиационной промышленности.

Аддитивное производство. Аддитивное производство[AM] — это класс технологий для создания прототипов, шаблонов, компонентов оснастки и физических моделей с использованием данных, полученных с компьютеров, систем 3D-сканирования или любой передовой цифровой информации [Grzesiak, 2008]. В отличие от традиционных производственных технологий субтрактивной обработки, аддитивное производство[AM] формирует физические объекты путем комбинирования порошковых, листовых материалов или жидкости слой за слоем. Детали, которые имеют решающее значение для производства с использованием других технологий, могут быть изготовлены с использованием технологии аддитивного производства[AM] [Kai, 1994]. Трехмерная печать[3DP], селективное лазерное плавление[SLM], стереолитография и моделирование методом послойного наплавления[FDM] — вот несколько технологий AM, которые в настоящее время используются.

Применение технологий AM инженерами, конструкторами и другие специалисты в последние годы демонстрируют устойчивый рост [Мун и др., 2014]. The различный ЯВЛЯЮСЬ процесс

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

классификации, основанный на власти Система доставки и источник энергии [Uriondo et al., 2015] показаны на рисунке 1.

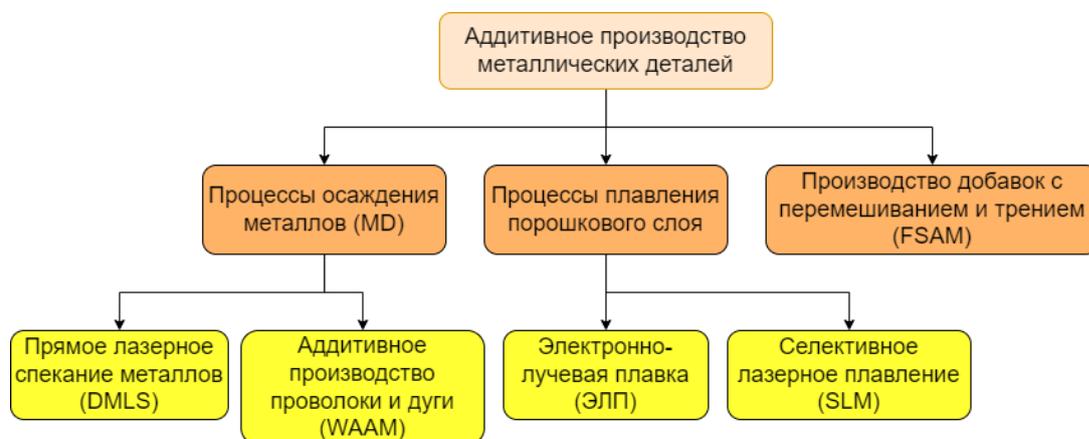


Рисунок 1. Подробная блок-схема процессов аддитивного производства [Uriondo] и др., 2015]

Прямое лазерное спекание металлов [DMLS] — это система на основе проволоки, которая может использоваться только для изготовления деталей из металлических сплавов. Это дальнейшее развитие порошковой металлургии [ПМ], передовая технология формовки металла для производства порошковых металлических деталей с использованием давления и температуры. Продукт, произведенный проволокой вместе с дуговым аддитивным производством [WAAM], имеет высокий стандарт и более предпочтителен, чем обычные сварочные процедуры [Hibbert, 2014]. WAAM может применяться к широкому спектру металлов, если и только если они находятся в проволоке форма. Любой металл, который может быть сварной с использованием традиционных методов также можно использовать WAAM, включая нержавеющую сталь, сплавы на основе никеля, титановые и алюминиевые сплавы и многое другое.

Метод Powder Bed Fusion [PBF] используется для сплавления и плавления порошковых материалов вместе. Этот метод использует лазер или электронный луч для сплавления порошкообразный материалы. Технологии печати Beam Melting [EBM], Selective Heat Sintering [SHS] и Selective Laser Sintering [SLS]. В технологии печати SLS для создания различных деталей используются такие материалы, как керамика, пластик и металлы. Для производства продукта из любого материала используется технология печати SLM. Для технологии лазерной плавки EBM [Electron Beam Melting] становится высококачественной заменой, и она также используется для ремонта и производства лопаток турбин [Marx et al., 2013]. Наряду с Powder Bed Fusion, Directed Energy Deposition и другими технологиями, ее можно использовать для производства структурных деталей для самолетов или более мелких механических деталей [5].

При сварке в твердом состоянии сварка трением с перемешиванием [FSW] может использоваться без расплавления материала заготовки. В этой технике для сварки материала заготовки используется нерасходуемый инструмент.

Аддитивное производство с перемешиванием трением [FSAM] является усовершенствованием техники FSW, при которой стопки сварных пластин свариваются внахлест, а затем свариваются трением с перемешиванием для создания продукта слой за слоем. В самолетной промышленности, для производства лонжероны, стрингеры/ребра жесткости и лонжероны крыла, можно использовать технологию FSAM [Palanivel et al., 2015]. Среди различных процессов AM только несколько отвечают всем требованиям авиационной промышленности. Таким образом, наиболее широко используемыми процессами AM для авиационной промышленности являются EBM, SLS, WAAM и SLM [Joshi & Sheikh, 2015]. Первая коммерциализация процесса 3D-печати [стереолитографии] была разработана и изобретена Чаком Халлом в 1983 году. Эта идея пришла ему в голову, когда он занимался упрочнением покрытий столешниц с помощью УФ-излучения [Шахрубудин и др., 2019]. 3D-печать — это последовательное добавление материала слой за слоем для создания физических деталей из данных

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

3D-модели [ASTM International., нд]. Для 3D принтер производство, продукт должен быть разработано в CAD-инструменте, а затем экспортировано в совместимый формат файла на 3D-принтер. Высокая степень кастомизации в дизайне продукта достигается с помощью 3D-принтеров, которые используются для печати компонентов, которые обычно не могут быть созданы другими традиционными методами производства. Производство любого деликатного компонента со значительным сокращением отходов материала, производственных затрат и времени является преимуществом 3DP. Рабочий процесс проектирования, включенный в технологию 3DP, показан на рисунке 2.

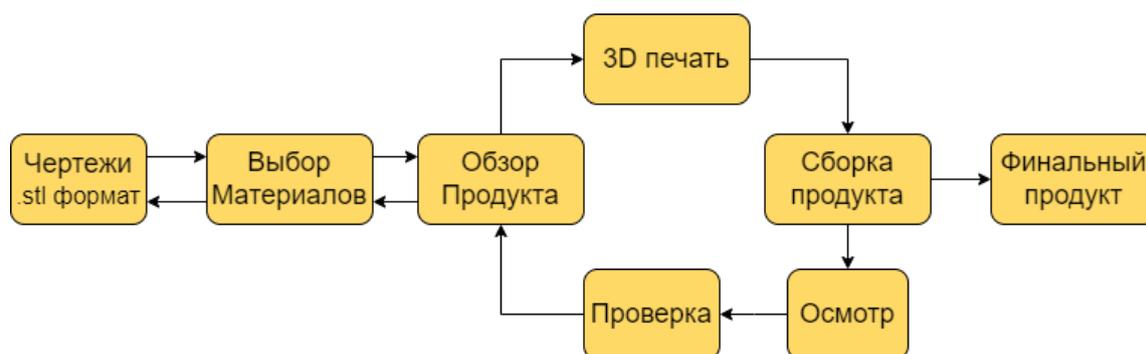


Рисунок 2. Рабочий процесс технологии 3D-печати

Стереолитография — это основная идея технологии 3DP, в которой заполненная жидким фотополимером поверхность ванны фокусируется на концентрированных лучах ультрафиолетового света. Луч ультрафиолетового света рисует каждый слой за слоем объекты на поверхности жидкой формы, перемещая их под управлением компьютера. Поверхность жидкой формы в конечном итоге превращается в твердое тело везде, где луч ультрафиолетового света попадает на фотополимер, сшивается или полимеризуется. Математическая нарезка компьютерной модели компонента на несколько тонких слоев выполняется с помощью передового программного обеспечения CAE/CAD/CAM. Затем 3D-принтер строит компонент слой за слоем и завершает конечный продукт в определенное время.

В настоящее время технология 3DP может производить объекты или детали, используя обычные термопластики, металлы, материалы на основе графена и керамику. 3DP имеет много преимуществ, включая низкую стоимость, меньшие временные затраты и меньшую сложность производства.

Технология 3DP широко используется во всем мире, особенно в производственных и научно-исследовательских отраслях. Она получила широкое развитие в последние годы, поскольку является самой мощной и гибкой технологией в передовой производственной отрасли [6].

Результаты и обсуждение

Слияние материи на молекулярном или атомном уровне [электронный луч, ультрафиолетовый свет, лазер или тепло], а также свойства и физическое состояние первичных материалов [твердые, порошковые или жидкие процессы] используются для классификации процессов 3D-печати. Существует семь видов 3D-принтеров, которые являются полезными в производстве части или продукты связанных самолетом, промышленностью, а именно, цифровая/EBM, SLS, FDM, SLM, производство ламинированных объектов [LOM], стереолитография[SLA] и цифровая обработка света [DLP].

Типы 3D Печать. Технология 3DP была разработана в разнообразие способами с различными модулями. Трудно обосновать, какая технология и функции лучше. Поскольку каждая из них имеет свои собственные приложения и основана на требованиях заказчика, технология 3DP не ограничивается приложениями для прототипирования, но также расширяется в сторону создания разнообразных продуктов.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Прежде чем выбрать любой тип 3D-принтера, мы должны знать, какие материалы нити используются в этих 3D-принтерах для производства деталей и компонентов. Кроме того, необходимо иметь предварительные знания о размерах, типах и точности из части и компоненты что являются идущий к быть произведено к что 3D- принтер.

Авиационная промышленность имеет одни из самых высоких стандартов в производительности компонентов. Экстремальные температуры и химикаты нагружают детали самолета, подвергая их многократному использованию и при этом оставаясь легкими как можно больше по весу. Любой отказ отдельного компонента может привести к отказу всей системы самолета, перевозящего пассажиров и груз, поэтому в авиационной промышленности отказ просто невозможен. Поскольку точность компонентов является критическим фактором в проектировании самолетов, 3D-принтеры используются в авиационной промышленности для обеспечения чрезвычайно высокой точности деталей и компонентов [7].

Типы 3D-печати, используемые для производства металлических компонентов и деталей самолета, — это DMLS, EBM, SLM и SLA. SLS, SLA, DLP, FDM и струйная печать материалов — это типы 3DP, используемые для производства полимерных или композитных компонентов и деталей самолета [Ahart, 2019]. Согласно стандарту, ASTM F2792 [ASTM International., nd], технологии 3DP каталогизированы по семи категориям, которые показаны на рисунке 3.

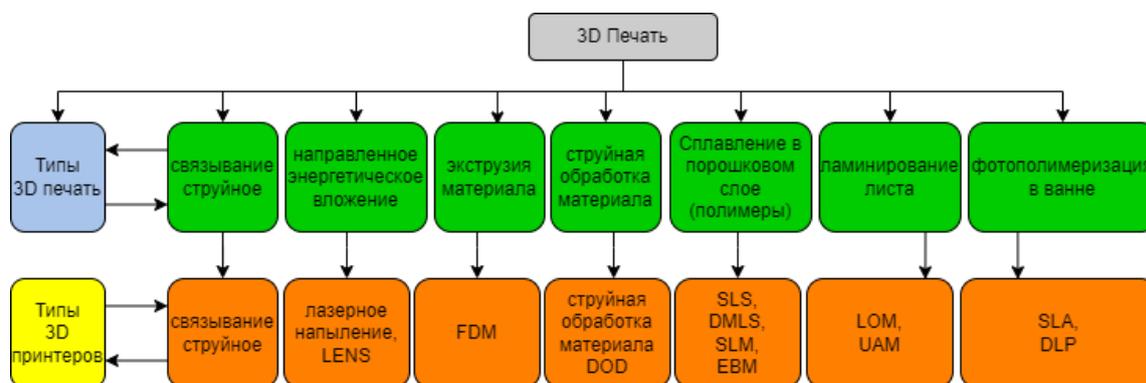


Рисунок 3. 3D типы процессов и принтеров

Связующее Струйная. В связующее струйная обработка, а обязательный жидкость агент является использовал к предохранителю пудра частиц путем выборочного осаждения на них. Это процесс 3D-печати с быстрым прототипированием. Для создания слоя на распыленном порошке используется струйное химическое связующее в технологии струйного нанесения связующего. Этот метод быстрее, дешевле и проще и позволяет печатать крупногабаритные изделия.

Направленное энергетическое вложение. Процесс печати с направленным энергетическим осаждением является несколько критическим методом и обычно используется для добавления или восстановления дополнительных материалов сохранившиеся части. Этот процесс способен производить хорошее качество продукт, и он также имеет более высокий уровень контроля структуры зерна.

Кроме того, эта процедура обычно используется с гибридами на основе металлов и другими металлами, и она также может быть используется с различной керамикой и полимеры, в форма либо порошка, либо проволоки. Лазерное осаждение и лазерное формирование сетки [LENS] являются двумя примерами этой технологии.

Экструзия материала. Технология 3DP на основе экструзии материалов полезна для производства из многоцветный и многоматериальный печать на еду, пластик, или живые клетки. FDM создает детали от основания до вершины детали путем добавления слоев путем выдавливания термопластик нить накала. Как правило, 3D-принтер по доступной цене использует технологию FDM, и это самая популярная технология 3D-печати. Скотт Крамп изначально разработал и реализовал эту технологию.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Струйная обработка материала. Процесс струйной печати использует метод струйной печати, при котором жидкий фотореактивный материал наносится на платформу, а печатающие головки используются слой за слоем. Методы нанесения материала различаются в зависимости от используемого принтера и могут потребовать либо принципа Drop-on-Demand[DOD], либо принципа непрерывной струйной печати.

Сплавление в порошковом слое. Как обсуждалось ранее, в процессе спекания порошкового слоя[PBF] используются методы печати SHS, SLS и EBM.

Ламинирование листа. Ламинирование листов — один из 3DP-процессов, при котором тонкие листы материала являются комбинированный слой за слоем к урожаю, а одинокий кусок. The листы являются подается через, а система ролики для склеивания. Этот процесс сравнительно недорог, прост в обращении с материалами, а также возможна переработка излишков материала. С помощью этой техники возможна дальнейшая полноцветная печать. Ультразвуковое аддитивное производство [UAM] и LOM являются примерами технологии 3DP, которая использует метод ламинирования листа.

Фотополимеризация в ванне. Фотополимеризация — одна из наиболее часто используемых 3DP-техник, которая в общем описывает отверждение фотореактивных полимеров с использованием ультрафиолетовых лучей или лазеров. Время экспозиции, источник питания и длина волны являются ключевыми факторами для фотополимеризации в ванне. Жидкие материалы затвердевают под воздействием ультрафиолетового света. Это упрощает изготовление продукта с большим количеством деталей и высокой отделкой поверхности. Для создания высококачественных продуктов в технологии 3D-печати требуются высококачественные материалы, имеющие совместимые характеристики. Поставщики и конечные пользователи продуктов принимают контроль для подтверждения этих спецификаций, требований, процедур и соглашений материалов.

Материалы, включая сплавы алюминия, титана, керамики, полимеров, стали и металла, и их смешивание в виде композитов, FGM [функционально-градиентных материалов] или гибридов, используются в технологии 3D-печати искусно для создания полностью функциональных деталей. В зависимости от используемых технологий аддитивного производства и физического состояния материалов, объекты с минимальной толщиной слоя от 20 до 100 мкм могут быть созданы с использованием 3DP.

3DP материалы по морфологии бывают четырех видов: пластиковая пленка, порошковый материал, жидкая фоточувствительная смола и проволоочный материал с низкой температурой плавления [Vaezi et al., 2013]. Эти виды материалов рассматриваются на основе веса и структурный надежность нравиться поверхность точность, носить сопротивление, Плотность, термическая стабильность и структурная прочность. Ti-6Al-4V и Inconel 718 — два сплава на основе Ti и Ni, которые имеют большее значение в авиационной промышленности. Поскольку эти два сплава обладают хорошей стойкостью к окислению/коррозии, устойчивостью к повреждениям и прочностными свойствами [8].

Полимеры, которые обычно используются для печати различных деталей самолетов с помощью технологии SLS, - это полиамид 12, армированный углеродным волокном[Carbonamide], порошок полиамида 12, наполненный стеклянными шариками [PA 3200 GF], порошок полиамида 12, наполненный алюминием[Alumide], и белый порошок полиамида 12 с огнестойкой добавкой [PA 2210 FR] [Techno-Grafica GmbH, nd]. Полимеры, которые используются для печати различных деталей самолетов. с FDM технология являются Полифенилсульфон[ППСФ/ППСУ] [Stratasys Ltd., nda], PEAK-Polyarylether-ketone[Quantevo-CF] [AREVO Ltd., nd], ULTEM™ 9085[Европейское космическое агентство [ESA], 2013; Stratasys Ltd., ndb], ABSi [Stratasys Ltd., 2022] и Nylon 12[Stratasys Ltd., nda]. Технология 3D-печати для изготовления различных деталей самолетов с их процессами - мартенситно-закаливается сталь [EOS Maraging Steel MS1] с DMLS [EOS GmbH - Electro Optical Systems, 2017], AlSi10Mg [алюминиевый сплав] с DMLS.

Заполнение — это повторяющийся узор, используемый для того, чтобы занять пространство внутри 3DP-объекта. Как правило, заполнение скрыто от глаз, но иногда особое заполнение выделяется. На самом деле, заполнение имеет и другие цели, например, изменение веса продукта в зависимости от использования материала.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Кроме того, заполнение позволяет соплу эффективно печатать плоские горизонтальные края по пространству. Более того, заполнение является основным фактором в 3D-печати, и продукт станет хрупким из-за структурных и устойчивых проблем, если заполнение не настроено должным образом.

Оптимизация заполнения может быть утомительной задачей с различными узорами, плотностями, стилями, и ориентации. Там являются различные типы из заполнения доступный для технологии 3DP [Pecho et al., 2019], и только некоторые из них показаны на рисунке 4.

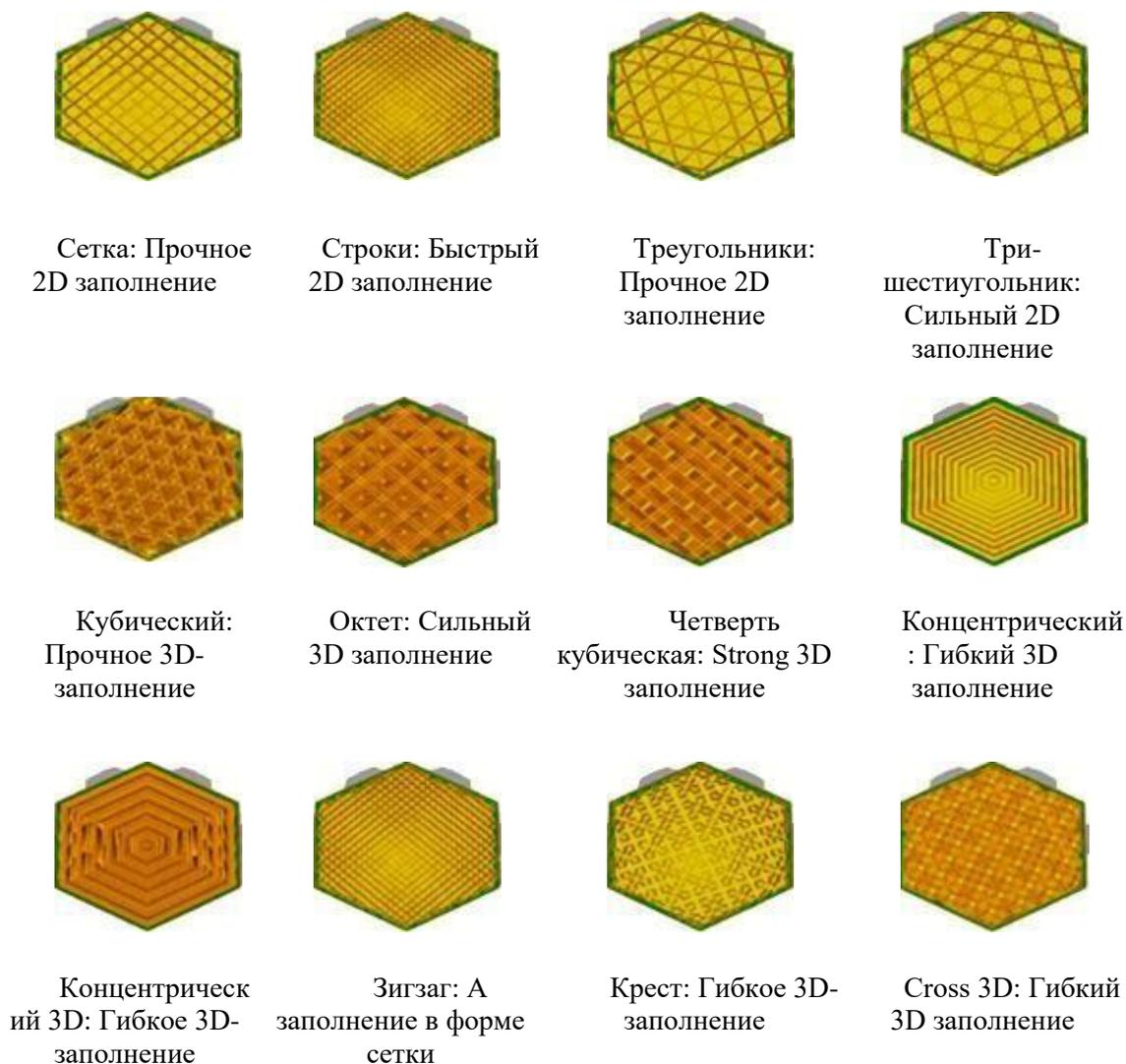


Рисунок 4. Типы заполнения в 3DP

Выбор заполнения основан на использовании и применении авиационной продукции. Выбор заполнения, используемого в 3D-печати для производства авиационной продукции, зависит от различных факторов, таких как нить, процесс 3D-печати, прочность и вес, точность, использование авиационной продукции и т. д [9].

Как правило, на рынке представлено множество вариантов нитей. рынок. Каждый филамент имеет свои преимущества и недостатки, а его использование зависит от применения в самолетах.

PLA [полилактидная кислота] и ABS[акрилонитрилбутадиенстирол] являются наиболее часто используемыми филаментами.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Таблица 1

Механические свойства сплавов на основе Ti и Ni, полученных с помощью АМ и других технологий [Джоши и Шейх, 2015]

Сплавы	Техника		Предел текучести [МПа]	Предел прочности на растяжение [МПа]
Ti6Al4 V	Процесс АМ	ЭБМ	830	915
		ОДС	990	1095
		ВААМ	803	918
	Другой производственный процесс	Типичный кованный	828	897
		Отожженный[кованный]	790	870
		ИСО 5832-3[ИСО Стандарт]	>780	>860
Инконель 718	Процесс АМ	ЭБМ	580	910
		ОДС	552	904
		Форма Металлического Нанесения[СМД]	473	828
	Другой производственный процесс	Кастинг	488	786
		Бросать Инконель 718	915	1090
		Кованный Инконель 718	1185	1432
		Инъекция Формованный[как спеченный]	506	667
		Инъекция Формованный[в зависимости от возраста]	780	1022
		Нажатый - Горячий изостатически	993	1334
		АМС 5662G[для Кованный материал]	1035- 1167	1275- 1400

Соединяя слой за слоем порошковые, жидкие или листовые материалы, 3D-принтеры создают различные детали и продукты. Технология 3D-печати дает уникальную свободу в производстве и выпуске различных компонентов. Технология 3DP может обеспечить улучшенное качество для сложных геометрий и изготавливать легкие детали, что может снизить потребность в ресурсах и энергии.

Таким образом, эта технология может быть весьма полезной в авиационной промышленности [Джоши и Шейх, 2015]. Технология 3DP приводит к экономии топлива за счет сокращения материала, используемого для производства деталей самолета.

Кроме того, оборудование 3DP активно используется для производства или ремонта дополнительных компонентов для двигателей, крыльев, фюзеляжей и хвостового оперения.

Обычно несколько частей двигателя могут легко повредиться во время работы, требуя частой замены. Таким образом, для закупки и замены таких запасных частей части, использование технологии 3DP может быть очень полезно [Ван и др.] др., 2019].

Стремительный производство, Быстрое прототипирование и/или быстрая оснастка — все это можно осуществить с помощью 3DP технология [Ван и др.] др., 2019]. The разные классификации среди этих 3DP-приложения показаны в таблице 2 [10].

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Таблица 2

Классификация из 3DP

Категория	Приложения
Быстрое прототипирование	Для тестирования запасной части из платформы, транспортные средства или двигателя [Кочан, 2000] К создавать прототипы из различного самолета части [Торрес и др., 2011] Для проверка плесень машина способность [Будзик, 2007]
Стремительный оснастка	Для формовки турбокомпрессор крыльчатки и лезвия [Будзик, 2007] Для производства деталей самолетов или космических кораблей методом копирования существующий структуры [Гозль] эт др., 2014] Ассоциирование эластичный производительность с ферма решетка для крыльев БПЛА [Moon et al., 2014]
Быстрое изготовление	Для изготовления самолет запасной части для обслуживания [Чен и Линь, 2017; Г. Будзик, 2007; Кочан, 2000] К построить, а весь БПЛА или дрон [Луна эт др., 2014] К учреждать а глобальный поставлять и распределение цепь для запасных частей [Чэнь и Линь, 2017]

Применение технологии 3DP в космической и авиационной промышленности изучалось с использованием отзывов основных отраслей авиастроения, рынка ее использования, используемых материалов, приложений для технического обслуживания самолетов и использования в космической промышленности.

В настоящее время, благодаря усовершенствованию технологий, только 60 дизайнеров с помощью 40 видов данные по промышленному дизайну требуются для производства одного авиадвигателя. Но вскоре, с помощью технологии 3DP, производство такой двигатель будет полегче и потребуются только 3D принтер, а набор проектные данные и несколько инженеров [Ван и др., 2019].

Технология 3D-печати часто используется при техническом обслуживании самолетов для изготовления различных запасных частей для компонентов двигателя, которые часто выходят из строя. и должны быть заменены во время обслуживания. Рынок технологий 3DP не еще полностью развитый. Рынок 3DP и его преимущества в авиационной и космической промышленности прогнозируются в рисунке 5 [Чэнь и Линь, 2017].

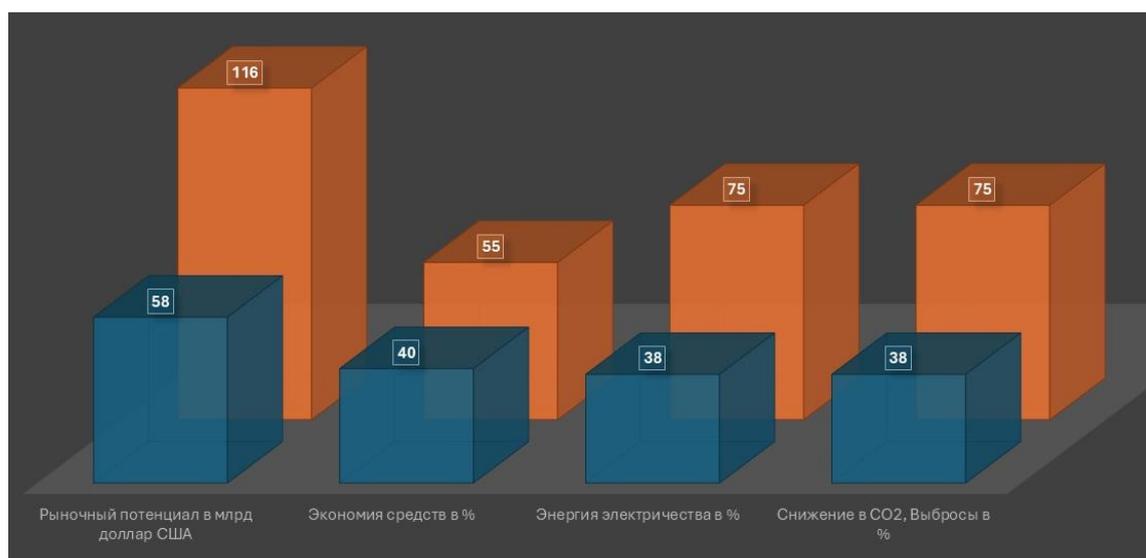


Рисунок 5. 3D Печать Технологии, Прогнозируемый Эффекты в Самолетной промышленности к 2025 [Чэнь и Линь, 2017]

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Преимущества и ограничения 3D печать технологии в аэрокосмической промышленности.

Технология 3DP в целом имеет ряд преимуществ. Однако по сравнению с традиционными технологиями производства она имеет и некоторые недостатки [Gebler et др., 2014]. The преимущества из 3ДП в самолетной промышленности являются большая оптимизация по отношению прочности/веса, большее снижение общего веса компонента, сокращение количества компонентов или деталей, короткий промежуток времени или время обработки для производства, низкая стоимость настройки и меньшие требования к рабочей силе.

Основная проблема заключается в ограничении размера продукта [Машина ЕВМ имеет ограничение по размеру 350 мм в диаметре x 380 мм в высоту, что является типичным примером ограничения по размеру. Действительно, размеры производимой продукции в настоящее время увеличиваются медленно. Процесс изготовления продукции медленный, но это является частично возмещено к с использованием околосетевой форма, который является напрямую приобретено. Из-за некоторых причин усталости или для оптических результатов 3DP-продукты могут потребовать некоторой отделки из-за высокой шероховатости поверхности. Это обычные ограничения, с которыми сталкивается технология 3DP, и она медленно улучшается.

Таблица 3

Базовый преимущества 3D печать технологий [TWI]

Простая конструкция	Быстрый дизайн	Печать по требованию	Хорошая прочность
Меньше масса	Быстрый производство	Меньше отходов	Экономия средств
Простота из доступ	Экологически чистый	Продвинутое здравоохранение	Авиационная промышленность

Таблица 4

Базовый Недостатки 3D Печать Технология[TWI]

Меньше доступности материалов	Ограниченный объем сборки	Требуется постобработка	Производство большего объема остается дорогостоящим
Снижение в работа для сотрудников- людей	Более низкие допуски	Часть структура	Проблемы с авторскими правами

В 3DP методы, продукты являются сформированный слой к слою, и они может расслаиваются при определенном напряжении или ориентации. Эта проблема более существенна в FDM. Иногда это хорошо к использовать инъекция формовка как это создает однородный части что воля нет отдельный и перерыв. Используя технологию 3D-печати, любой может создать полностью поддельный или дубликат частей, и может быть важно найти разницу между оригинальным продуктом и его дубликатом, что может привести к проблемам с авторскими правами.

Будущее области применения 3D печать технологии в аэрокосмической промышленности.

3D печать для компонентов аэрокосмических технологий имеют большие размеры, что необходимо для установки и использования в соответствии с будущими требованиями, имеет решающее значение. В будущем технология 3D-печати может использовать различные сплавы материалов для большей прочности, снижения веса и других лучших решений для компонентов самолетов. 3D-печать также может быть возможна в наноразмерах с использованием различных видов наноматериалов для создания некоторых сложных объектов, которые могут использоваться в космических программах и авиационной промышленности. Такие компании, как SpaceX и NASA, работают над развитием обществ на других планетах, таких как Марс, используя технологию 3D-печати в больших масштабах.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Многие другие будущие разработки возможны в технологии 3DP и ее использовании в авиационной промышленности.

В последние десятилетия технологии 3D-печати стали важным инструментом в различных отраслях промышленности, и аэрокосмическая сфера не является исключением. В ходе исследования были рассмотрены ключевые аспекты, связанные с применением 3D-печати металлических компонентов в аэрокосмической промышленности, что позволяет сделать вывод о значительном потенциале этой технологии для оптимизации производственных процессов, улучшения качества продукции и снижения затрат.

Авиационная и оборонная промышленность были исключительными пионерами в 3DP и продолжают вносить огромный вклад в ее экономический рост. Еще в 1989 году несколько аэрокосмических компаний немедленно начали внедрять эту передовую технологию, и успешное внедрение 3D-печати значительно возросло в последующие годы. В 2015 году аэрокосмическая и оборонная промышленность внесли около 16% 3D-печати в 4,9+ млрд долларов в мировом масштабе. В этот обзор, добавка производство технология и 3ДП были подробно описаны технологии и их применение в авиационной промышленности. Типы из принтеров использовал в 3D печать технология и типы из печати были рассмотрены и представлены материалы, выполненные с использованием 3D-принтеров.

Материалы, используемые в технологии 3D-печати в качестве нитей для производства различных компонентов самолетов, со свойствами материалов, их применением и технологиями производства, используемыми специально для этой нити, были изучены из различной литературы и представлены. Были отмечены применения технологии 3D-печати с преимуществами и небольшими недостатками в авиационной промышленности, и считается, что в ближайшем будущем будут производиться более крупные детали в большем масштабе с использованием улучшенных материалов.

Технологии 3D-печати, такие как селективное лазерное спекание[SLM], электронно-лучевая плавка[EBM] и другие, предоставляют возможность создавать сложные геометрические формы, которые невозможно или крайне сложно производить традиционными методами. Это особенно актуально в аэрокосмической отрасли, где требования к весу и прочности компонентов являются критическими. С помощью 3D-печати можно не только уменьшить массу деталей, но и повысить их эксплуатационные характеристики. Например, применение топологической оптимизации в процессе проектирования позволяет создать компоненты с максимальной прочностью при минимальном весе, что является важным фактором в аэрокосмической инженерии.

Важным аспектом является выбор материалов для 3D-печати металлических компонентов. В аэрокосмической промышленности используются различные сплавы, такие как титановые, алюминиевые и никелевые, каждый из которых имеет свои уникальные свойства, подходящие для конкретных применений. Титановые сплавы, например, обладают высокой прочностью и коррозионной стойкостью, что делает их идеальными для использования в условиях, характерных для космических полетов. Алюминиевые сплавы, в свою очередь, обеспечивают легкость и хорошую обрабатываемость, что также является важным для создания компонентов, которые должны быть не только прочными, но и легкими. Выбор материала в значительной степени определяет не только физические характеристики конечного продукта, но и его стоимость, поэтому понимание свойств различных материалов и их поведения в процессе 3D-печати становится критически важным для успешной реализации проектов.

Проектирование и моделирование компонентов для 3D-печати представляют собой отдельный этап, требующий глубоких знаний как в области аэрокосмической инженерии, так и в области технологий аддитивного производства. Использование современных САД-систем и программ для симуляции процессов печати позволяет инженерам создавать оптимизированные модели, которые учитывают не только функциональные требования, но и особенности технологии печати. Это позволяет минимизировать риски, связанные с возможными дефектами в процессе производства, и обеспечивает высокое качество конечного продукта.

Однако, несмотря на все преимущества, внедрение технологии 3D-печати в аэрокосмическую промышленность сопряжено с рядом вызовов. Контроль качества и сертификация компонентов, произведенных с помощью аддитивных технологий, являются критически важными для обеспечения безопасности и надежности аэрокосмической продукции. Стандарты и нормативы, регулирующие

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

производство таких компонентов, должны быть адаптированы к новым технологиям, что требует активного участия как государственных органов, так и промышленных ассоциаций. Важно отметить, что на сегодняшний день существуют уже разработанные стандарты, такие как ASTM F3055, которые направлены на установление требований к качеству и процессам аддитивного производства. Тем не менее, дальнейшая работа в этом направлении необходима для повышения доверия к технологии 3D-печати со стороны регуляторов и конечных пользователей.

Экономические аспекты внедрения технологии 3D-печати в аэрокосмическую промышленность также заслуживают особого внимания. Несмотря на первоначальные высокие затраты на оборудование и материалы, потенциал для снижения производственных затрат в долгосрочной перспективе является значительным. 3D-печать позволяет сократить время разработки и производства, минимизировать отходы материалов и оптимизировать логистику, что в совокупности может привести к значительной экономии. Кроме того, возможность быстрого прототипирования и малосерийного производства дает компаниям гибкость в реагировании на изменения рынка и потребностей клиентов. Это особенно важно в условиях быстро меняющегося технологического ландшафта, где способность адаптироваться и внедрять инновации становится конкурентным преимуществом [10].

Таким образом, 3D-печать металлических компонентов открывает новые горизонты для аэрокосмической промышленности, предлагая возможности для улучшения проектирования, производства и контроля качества. Применение этой технологии может привести к созданию более легких, прочных и эффективных компонентов, что в свою очередь повлияет на общую эффективность аэрокосмических систем. Однако для успешного внедрения необходимо преодолеть существующие вызовы, связанные с сертификацией, контролем качества и экономической целесообразностью. Важно продолжать исследования и разработки в этой области, чтобы обеспечить дальнейший прогресс и интеграцию аддитивных технологий в аэрокосмическую промышленность.

В заключение, можно сказать, что технологии 3D-печати металлических компонентов в аэрокосмической промышленности имеют огромный потенциал и могут значительно изменить подход к проектированию и производству в этой высокотехнологичной области. С учетом постоянного развития технологий и увеличения интереса со стороны исследовательских институтов и промышленных компаний, можно ожидать, что в ближайшие годы мы станем свидетелями значительных изменений и инноваций, которые повлияют на всю аэрокосмическую отрасль.

Список литературы

- 1 Абрамов И. В., Абрамов В. И. Центры аддитивных технологий–драйверы цифровой трансформации экономики // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12. – №. 3. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49551580> [дата обращения: 14.07.2024].
- 2 Абрамов И. В., Лукина Ю. Д., Абрамов В. И. Обеспечение развития аддитивных технологий в России в условиях санкций // Russian Economic Bulletin. – 2022. – Т. 5. – №. 4. – С. 198-204. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49189847> [дата обращения: 14.07.2024].
- 3 Акбулатов Э. Ш., Назаров В. П., Герасимов Е. В. Исследование характеристик ракетного двигателя малой тяги, изготовленного методом аддитивной SLM-технологии // Сибирский аэрокосмический журнал. – 2023. – Т. 24. – №. 4. – С. 682-696. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-harakteristik-raketnogo-dvigatelya-maloy-tyagi-izgotovlennogo-metodom-additivnoy-slm-tehnologii> [дата обращения: 14.07.2024].
- 4 Александрова А. В., Носов В. К. Цифровые технологии и инструментарий моделирования в создании авиационно-космической техники // Тенденции развития экономики и промышленности в условиях цифровизации. – 2017. – С. 567-585. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32460020> [дата обращения: 14.07.2024].
- 5 Артамонов В. Е. Аддитивные технологии 3d-печати металлами и сплавами // Материалы 66-й студенческой научно-практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО "Самарский государственный аграрный университет". – 2021. – С. 134-139. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46697193> [дата обращения: 14.07.2024].

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

6 Аствацатрян Л. Э., Гажва С. И. Современные аспекты использования 3D-технологий в изготовлении съёмных зубных протезов // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №. 5. – С. 194-194. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30457997> [дата обращения: 14.07.2024].

7 Ахмеджанов С. и др. Создание концепции применения аддитивной технологий и компьютерных расчетов при изготовлении композитных компонентов для ракетносителей // Вестник КазАТК. – 2024. – Т. 130. – №. 1. – С. 319-331. URL: <https://vestnik.alt.edu.kz/index.php/journal/article/view/1539> [дата обращения: 14.07.2024].

8 Ашимов И.Н., Папазов В. М. Анализ применения проволочных технологий 3d-печати в условиях космического пространства // Космическая техника и технологии. 2023. №1[40]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-primeneniya-provolochnyh-tehnologiy-3d-pechati-v-usloviyah-kosmicheskogo-prostranstva> [дата обращения: 14.07.2024].

9 Баранова Е. Г., Орешенко Т. Г. Применение прямого лазерного выращивания в ракетостроении. – 2023. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54102446> [дата обращения: 14.07.2024].

10 Барбудхе А. Р., Гаврилов Д. О., Гаврилов Д. С. Технология 3D-печати в ракетостроении // Решетневские чтения. – 2021. – С. 225-226. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47711274> [дата обращения: 14.07.2024].

Д.М.Бұланбай

«Аэроғарыш өнеркәсібіндегі металл компоненттерін 3D-басып шығару технологиясы»

Мақалада металдан жасалған компоненттерді 3D-басып шығару технологиясы қарастырылады, бұл аэроғарыш өнеркәсібінде барған сайын маңызды бола түсуде. Аддитивті өндіріс күрделі геометриялық пішіндерді жасауға мүмкіндік береді, бұл құрылымдардың салмағын азайтады және олардың беріктік сипаттамаларын арттырады. Титан, алюминий және никель қорытпалары сияқты металдарды қолдану авиациялық және ғарыштық аппараттарға арналған жоғары жүктемелі бөлшектерді өндіруге мүмкіндік береді. Технология дәстүрлі әдістермен салыстырғанда өндіріс шығындарын азайтуға және өндіріс уақытын қысқартуға да ықпал етеді.

Түйін сөздер: 3D-басып шығару, аддитивті өндіріс, металл компоненттері, аэроғарыш өнеркәсібі, титан, алюминий, никель қорытпалары, бөлшектер өндірісі, салмақты азайту, құрылымды оңтайландыру, инновациялық технологиялар.

D.M. Bulanbay

«3D Printing Technology for Metal Components in Aerospace Industry»

This article discusses the technology of 3D printing of metal components, which is becoming increasingly important in the aerospace industry. Additive manufacturing allows the creation of complex geometric shapes, which reduces the weight of structures and increases their strength characteristics. The use of metals such as titanium, aluminum, and nickel alloys makes it possible to produce highly loaded parts for aircraft and spacecraft. The technology also helps to reduce production costs and shorten manufacturing times compared to traditional methods.

Keywords: 3D printing, additive manufacturing, metal components, aerospace industry, titanium, aluminum, nickel alloys, parts production, weight reduction, design optimization, innovative technologies.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

References

- 1 Abramov I. V., Abramov V. I. Centers of Additive Technologies - Drivers of Digital Transformation of the Economy // Issues of Innovative Economy. – 2022. – Vol. 12. – No. 3. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49551580> [access date: 14.07.2024].
- 2 Abramov I. V., Lukina Yu. D., Abramov V. I. Ensuring the Development of Additive Technologies in Russia under Sanctions // Russian Economic Bulletin. – 2022. – Vol. 5. – No. 4. – Pp. 198-204. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49189847> [access date: 14.07.2024].
- 3 Akbulatov E. Sh., Nazarov V. P., Gerasimov E. V. Research on the Characteristics of a Low-thrust Rocket Engine Made Using Additive SLM Technology // Siberian Aerospace Journal. – 2023. – Vol. 24. – No. 4. – Pp. 682-696. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-harakteristik-raketnogo-dvigatelya-maloy-tyagi-izgotovlennogo-metodom-additivnoy-slm-tehnologii> [access date: 14.07.2024].
- 4 Aleksandrova A. V., Nosov V. K. Digital Technologies and Simulation Tools in the Creation of Aviation and Space Equipment // Trends in the Development of Economy and Industry under Digitalization Conditions. – 2017. – Pp. 567-585. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32460020> [access date: 14.07.2024].
- 5 Artamonov V. E. Additive Technologies for 3D Printing with Metals and Alloys // Materials of the 66th Student Scientific and Practical Conference of the Faculty of Engineering of the Samara State Agrarian University. – 2021. – Pp. 134-139. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46697193> [access date: 14.07.2024].
- 6 Astvatsatryan L. E., Gazhva S. I. Modern Aspects of Using 3D Technologies in the Manufacture of Removable Dentures // Modern Problems of Science and Education. – 2017. – No. 5. – Pp. 194-194. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30457997> [access date: 14.07.2024].
- 7 Akhmedzhanov S. Et al. Development of the Concept of Using Additive Technologies and Computer Calculations in the Manufacture of Composite Components for Launch Vehicles // Bulletin of KazATK. – 2024. – Vol. 130. – No. 1. – Pp. 319-331. URL: <https://vestnik.alt.edu.kz/index.php/journal/article/view/1539> [access date: 14.07.2024].
- 8 Ashimov Ilyas Nurgaliyevich, Papazov Vladimir Mikhailovich Analysis of the Use of Wire 3D Printing Technologies in Space Conditions // Space Technology and Engineering. 2023. No. 1[40]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-primeneniya-provolochnyh-tehnologiy-3d-pechati-v-usloviyah-kosmicheskogo-prostranstva> [access date: 14.07.2024].
- 9 Baranova E. G., Oreshenko T. G. Application of Direct Laser Deposition in Rocket Engineering. – 2023. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54102446> [access date: 14.07.2024].
- 10 Barbuddhe A. R., Gavrilov D. O., Gavrilov D. S. 3D Printing Technology in Rocket Engineering // Reshetnev Readings. – 2021. – Pp. 225-226. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47711274> [access date: 14.07.2024].

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

МРНТИ 62.97
УДК: 629.7

[DOI: 10.4411/s00231-019-349](https://doi.org/10.4411/s00231-019-349)

А.Е. Майкенов

*Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
(E-mail a.maykenov@ttu.edu.kz)*

Роботизация производственных процессов в машиностроении

Статья посвящена анализу современных тенденций в области роботизации производственных процессов в машиностроении. Рассматриваются основные направления внедрения промышленных роботов, включая автоматизацию сборочных линий, обработку материалов и логистику. Описаны преимущества роботизации, такие как повышение производительности, сокращение времени выполнения операций и улучшение качества продукции. Уделено внимание внедрению искусственного интеллекта и машинного обучения в управление роботами для обеспечения их адаптации к изменяющимся условиям производства. Обсуждаются примеры использования коллаборативных роботов (коботов) и их влияние на организацию труда. Сделан акцент на перспективы дальнейшего развития роботизации, включая ее роль в концепции Industry 4.0 и переходе к цифровым фабрикам.

Ключевые слова: роботизация, машиностроение, промышленные роботы, автоматизация, коллаборативные роботы, искусственный интеллект, машинное обучение, производственные процессы, Industry 4.0, цифровые фабрики, автоматизированные системы, инновации, технологии будущего.

Введение

Роботизация производственных процессов в машиностроении является одной из ключевых тенденций современной промышленности, определяющей развитие отрасли в условиях цифровой трансформации. Промышленные роботы стали неотъемлемой частью производственных линий, их применение охватывает широкий спектр задач: от сборки и обработки материалов до логистики и контроля качества. Благодаря внедрению искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения и современных технологий автоматизации, роботы способны не только повышать производительность, но и адаптироваться к изменяющимся условиям производства.

Исследования в этой области активно ведутся учеными по всему миру. Джонатан Крейн (Jonathan Crane) в своих работах выделил ключевые преимущества роботизации, включая экономию ресурсов и улучшение условий труда на производственных предприятиях. Клаус Шваб, автор концепции Industry 4.0, подчеркивает роль роботизации в переходе к цифровым фабрикам, где основой процессов являются киберфизические системы и умные устройства. Штефан Гроссберг (Stephen Grossberg) изучал интеграцию ИИ в управление промышленными роботами, что позволяет повысить их эффективность и надежность. В России важный вклад внесли Виктор А. Потапов и Алексей В. Романов, чьи исследования сосредоточены на использовании коллаборативных роботов для повышения гибкости производства в машиностроении.

На сегодняшний день роботизация успешно внедряется в ряде стран, лидирующих в развитии машиностроительной промышленности. Япония, например, является мировым лидером в производстве и использовании промышленных роботов. Компании, такие как Fanuc, Yaskawa и Kawasaki, создают роботов для различных сфер, от автомобильной промышленности до электроники. Германия, благодаря своей инициативе Industry 4.0, активно интегрирует роботизацию в машиностроительные процессы, фокусируясь на производстве с высокой степенью автоматизации, где ведущими игроками выступают компании KUKA и Siemens. Южная Корея также демонстрирует

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

высокие темпы внедрения роботов, особенно в автомобильной и электронной промышленности, где Hyundai Robotics и Samsung активно применяют роботизированные технологии.

Методы и материалы

Примеры успешного использования роботизации можно увидеть в таких проектах, как автоматизированные сборочные линии Tesla, где роботы выполняют до 90% всех операций, обеспечивая высокую скорость и точность производства электромобилей. В Германии завод BMW активно применяет коллаборативных роботов, работающих в тесной связи с людьми на производственных участках, что повышает безопасность и эффективность процессов. В Китае, где уровень внедрения роботов быстро растет, компании, такие как DJI, используют автоматизацию для массового производства дронов, минимизируя затраты и повышая качество продукции.

Эти примеры подтверждают, что роботизация не только оптимизирует производственные процессы, но и открывает новые горизонты для машиностроения. Использование промышленных роботов способствует улучшению условий труда, повышению производительности и качеству продукции, а также снижению эксплуатационных расходов. В свете этих тенденций изучение и внедрение роботизированных технологий становится приоритетной задачей для развития машиностроения в условиях глобальной конкуренции.

Современный процесс роботизации в машиностроении представляет собой синергетическое сочетание автоматизации, искусственного интеллекта и цифровых технологий. Промышленные роботы интегрируются в различные этапы производственного цикла, начиная с проектирования и заканчивая сборкой и тестированием готовой продукции. Эти системы включают не только традиционных промышленных роботов, но и коллаборативных роботов (коботов), способных работать рядом с людьми.

На этапах проектирования роботизация реализуется через цифровые двойники и симуляции, которые позволяют моделировать производственные процессы с высокой точностью. Производственные линии оснащаются роботами для выполнения однообразных, сложных или опасных задач, таких как сварка, резка, упаковка и транспортировка материалов.

Искусственный интеллект и машинное обучение играют важную роль в оптимизации работы роботов. Эти технологии позволяют анализировать данные в реальном времени, прогнозировать возможные сбои и адаптировать роботов к изменяющимся условиям. Благодаря внедрению облачных платформ процессы становятся более гибкими, что особенно важно для предприятий с распределенными производственными площадками.

Пример современного процесса можно увидеть в автомобильной промышленности. На заводах Tesla роботы выполняют до 90% операций на сборочных линиях, включая установку дверей, сборку аккумуляторов и тестирование деталей. В то же время BMW активно использует коботов для выполнения деликатных операций, таких как установка декоративных элементов. Роботизация также поддерживается концепцией Industry 4.0, которая включает интеграцию сенсоров, интернета вещей (IoT) и больших данных в производственные системы. Это позволяет не только автоматизировать процессы, но и управлять ими дистанционно, минимизируя человеческий фактор и повышая эффективность.

На рисунке 1 представлено распределение современных технологий в роботизации машиностроения. На рисунке представлены доли использования таких технологий, как роботизированные манипуляторы, коллаборативные роботы (коботы), цифровые двойники, искусственный интеллект и аналитика, а также IoT и облачные платформы.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

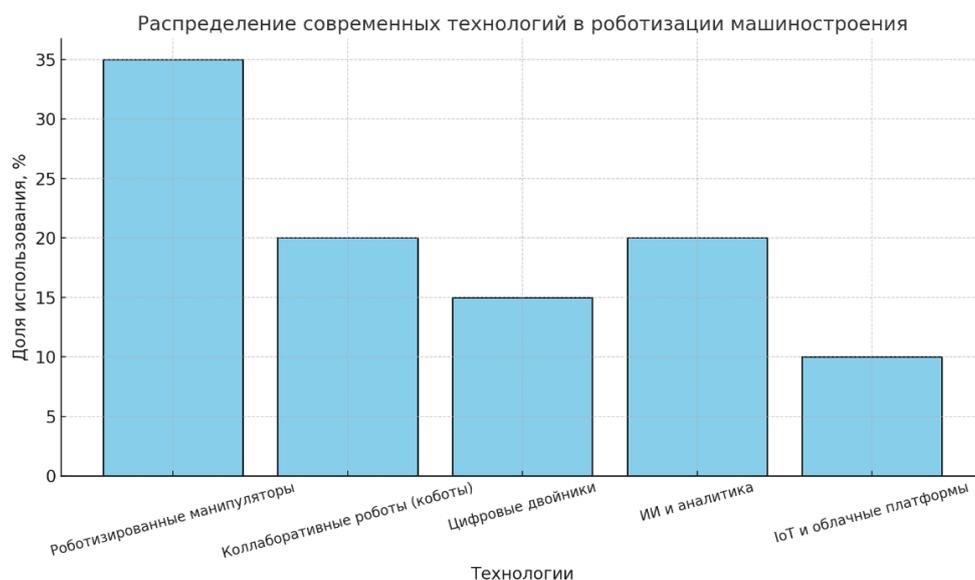


Рисунок 1. Распределение современных технологий в роботизации машиностроения

Данный рисунок позволяет наглядно оценить значимость каждого направления в современном производстве. Несмотря на многочисленные преимущества, роботизация производственных процессов в машиностроении сопряжена с рядом проблем, которые необходимо учитывать:

1. **Высокие первоначальные затраты:** Внедрение роботизированных систем требует значительных инвестиций в оборудование, программное обеспечение и обучение персонала. Для малого и среднего бизнеса это может стать серьезным барьером.

2. **Сложность интеграции:** Совмещение роботизированных систем с существующими производственными линиями и ИТ-инфраструктурой может быть трудоемким и дорогостоящим процессом, особенно на предприятиях с устаревшим оборудованием.

3. **Недостаток квалифицированных кадров:** Управление роботизированными системами, программирование и техническое обслуживание требуют специалистов с высокой квалификацией. Дефицит таких кадров может замедлить внедрение новых технологий.

4. **Проблемы кибербезопасности:** С ростом использования IoT и облачных платформ возрастает риск кибератак, которые могут нарушить производственные процессы или привести к утечке данных.

5. **Сопротивление со стороны сотрудников:** Автоматизация может вызвать опасения среди работников из-за риска потери рабочих мест, что иногда приводит к внутреннему сопротивлению новым технологиям.

6. **Ограничения в гибкости:** Хотя роботы отлично справляются с повторяющимися задачами, их перенастройка для выполнения новых операций может потребовать значительных усилий и времени.

7. **Этические и правовые вопросы:** С развитием роботизации возникают вопросы, связанные с ответственностью за ошибки, совершенные роботами, и правовым регулированием их применения.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

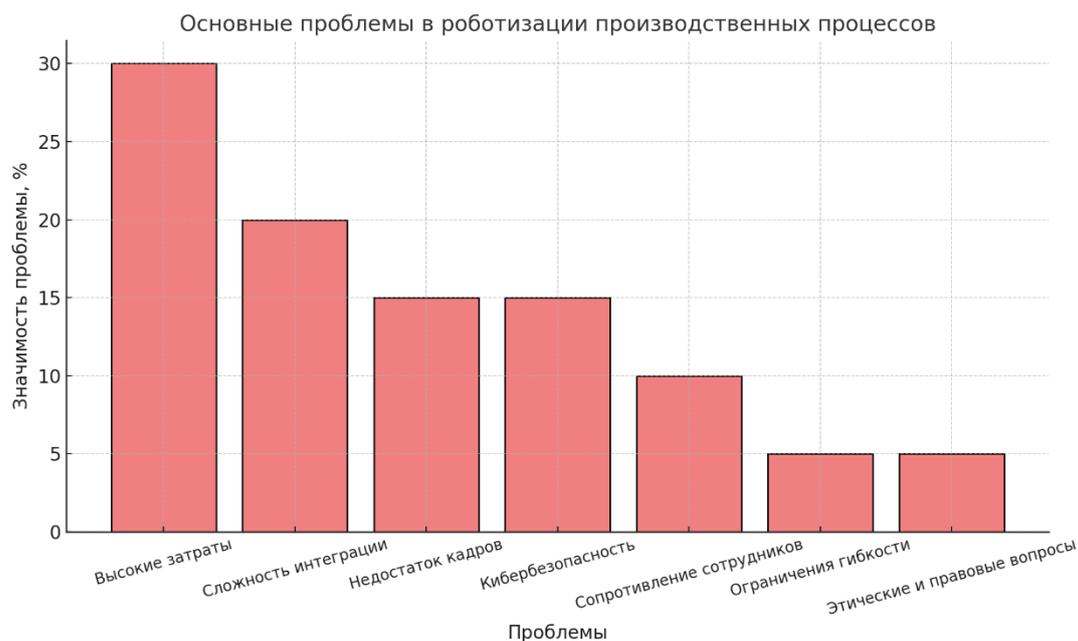


Рисунок 2. Распределение наиболее значимых проблем в роботизации производственных процессов, оцененных по их значимости.

Как мы видим самой острой проблемой остаются высокие затраты на внедрение технологий, за которыми следуют сложности интеграции и дефицит квалифицированных кадров. Эти аспекты требуют особого внимания для успешного внедрения роботизации на предприятиях. Рассмотрим решения для устранения проблем в роботизации производственных процессов

1. Проблема: Высокие первоначальные затраты

Решения:

- Привлечение государственных субсидий и грантов для поддержки роботизации, особенно для малого и среднего бизнеса.
- Внедрение моделей финансирования, таких как аренда оборудования или подписка на использование роботизированных систем («роботы как услуга»).
- Оптимизация этапов внедрения за счет постепенного ввода роботизированных линий.

2. Проблема: Сложность интеграции

Решения:

- Применение модульных систем, которые легче интегрировать в существующие производственные линии.
- Использование специалистов по интеграции, которые помогают адаптировать новые системы под особенности предприятия.
- Инвестиции в программные решения с открытой архитектурой, обеспечивающие совместимость с различным оборудованием.

3. Проблема: Недостаток квалифицированных кадров

Решения:

- Организация обучающих программ и курсов повышения квалификации для сотрудников.
- Внедрение партнерских программ с университетами и учебными центрами для подготовки специалистов по робототехнике.
- Привлечение международных экспертов для проведения тренингов.

4. Проблема: Проблемы кибербезопасности

Решения:

- Интеграция систем защиты данных на уровне программного и аппаратного обеспечения.
- Проведение регулярного аудита кибербезопасности и внедрение протоколов быстрого реагирования на инциденты.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

— Использование шифрования данных и многоуровневой аутентификации в роботизированных системах.

5. Проблема: Сопротивление сотрудников

Решения:

— Проведение обучающих семинаров и тренингов для сотрудников с целью демонстрации преимуществ роботизации для их работы.

— Создание новых рабочих мест, связанных с управлением и обслуживанием роботов.

— Прозрачное информирование о целях автоматизации и ее влиянии на персонал.

6. Проблема: Ограничения в гибкости

Решения:

— Разработка программного обеспечения с возможностью быстрой перенастройки роботов.

— Внедрение адаптивных систем управления, использующих ИИ для обучения новым операциям.

— Создание универсальных платформ для выполнения широкого спектра задач.

7. Проблема: Этические и правовые вопросы

Решения:

— Разработка четких нормативных актов, регулирующих использование роботизированных систем.

— Создание международных стандартов для обеспечения безопасности и ответственности при эксплуатации роботов.

— Организация общественных дискуссий для обсуждения этических аспектов применения роботов.

Эти решения могут стать основой для устранения текущих проблем и способствовать успешному внедрению роботизированных систем в производственные процессы, делая их более эффективными, безопасными и устойчивыми.

Решение каждой проблемы требует комплексного подхода и участия как самих предприятий, так и внешних заинтересованных сторон, таких как государственные органы, образовательные учреждения и технологические компании. Рассмотрим подробнее влияние предложенных решений:

1. Государственные субсидии и финансовая поддержка:

— Предоставление субсидий и налоговых льгот может ускорить внедрение роботизации, особенно для малого и среднего бизнеса. Это уже практикуется в странах, таких как Германия и Южная Корея, где роботизация активно поддерживается государственными программами.

2. Модульные и интеграционные системы:

— Использование модульного подхода в проектировании роботов облегчает их интеграцию с существующим оборудованием. Такие системы могут быть настроены под конкретные задачи без значительных затрат на полную модернизацию производства.

3. Обучение и развитие кадров:

— Программы профессиональной подготовки и переквалификации персонала играют ключевую роль в успешной роботизации. Компании, такие как Siemens и ABB, инвестируют в корпоративные учебные центры, чтобы готовить специалистов для работы с роботами.

4. Кибербезопасность и протоколы защиты данных:

— Внедрение надежных систем шифрования и защиты данных необходимо для предотвращения кибератак. Создание международных стандартов по кибербезопасности может стать важным шагом для глобальной индустрии роботизации.

5. Социальное принятие автоматизации:

— Сотрудники должны видеть не только риски, но и выгоды от внедрения роботов. Например, сокращение рутинных задач и повышение безопасности труда. Важны открытые коммуникации и предоставление возможностей для обучения новым навыкам.

6. Адаптивные технологии:

— Использование искусственного интеллекта позволяет роботам адаптироваться к изменениям на производстве. Например, на заводах Tesla ИИ помогает роботам анализировать эффективность работы в реальном времени и корректировать свои действия.

7. Регулирование и стандарты:

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

— Создание четких нормативных актов помогает урегулировать вопросы ответственности, связанные с использованием роботов. Такие законы активно разрабатываются в Европейском Союзе.

Эффективное внедрение этих решений требует тесного взаимодействия между всеми участниками процесса. Технологические компании должны предлагать адаптивные и экономически выгодные решения, государства — создавать благоприятные условия для внедрения технологий, а предприятия — активно обучать персонал и интегрировать новые системы в свои процессы.

Результаты и обсуждение

Роботизация производственных процессов в машиностроении является ключевым направлением развития отрасли в условиях цифровой трансформации. Внедрение промышленных и коллаборативных роботов, использование искусственного интеллекта, машинного обучения и облачных технологий открывают новые горизонты для повышения производительности, снижения издержек и улучшения качества продукции.

Современные роботы не только выполняют сложные и рутинные задачи, но и становятся адаптивными, интегрируясь в концепцию Industry 4.0, где производственные процессы основаны на взаимодействии киберфизических систем и интернета вещей. Это позволяет предприятиям достигать высокой степени автоматизации и гибкости, необходимой для удовлетворения изменяющихся требований рынка.

Тем не менее, процесс роботизации сопряжен с рядом вызовов, таких как высокие затраты, дефицит квалифицированных кадров, киберугрозы и социальные аспекты. Решение этих проблем возможно через государственную поддержку, развитие образовательных программ, создание международных стандартов и использование передовых технологий, таких как модульные системы и ИИ.

Выводы

Успешные примеры из таких стран, как Япония, Германия, Южная Корея и США, демонстрируют, что грамотное внедрение роботизации приносит значительные преимущества. Компании, такие как Tesla, BMW и DJI, показывают, как роботы могут стать основой для повышения конкурентоспособности и устойчивого развития в глобальной экономике.

Таким образом, роботизация производственных процессов в машиностроении представляет собой не только технологический, но и стратегический шаг, определяющий будущее отрасли. Инвестиции в эти технологии сегодня станут залогом успешного функционирования предприятий в условиях высококонкурентной среды завтра.

Список литературы

- 1 Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum.
- 2 Crane, J. (2019). «Industrial Robotics: Trends and Future Directions» International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 102(3-4), 515–530.
- 3 Grossberg, S. (2021). «Artificial Intelligence in Robotics: Bridging the Gap between Automation and Adaptation» Journal of Robotics and AI, 45(2), 123–140.
- 4 Tesla Motors (2023). «Automation in Tesla Factories: How Robots Revolutionize Production» Retrieved from www.tesla.com.
- 5 Fanuc Corporation (2022). Innovations in Industrial Robotics. Fanuc Technical Reports.
- 6 KUKA AG (2021). «Collaborative Robots: Enhancing Safety and Efficiency» KUKA Robotics Journal, 15(4), 23–35.
- 7 Siemens AG (2023). Digitalization and Industry 4.0: Transforming Manufacturing Processes. Siemens White Papers.
- 8 Hyundai Robotics (2022). «Advanced Robotics in Automotive Manufacturing» Hyundai Robotics Reports.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

9 European Union (2020). «Ethical Guidelines for the Use of Robotics and AI» Retrieved from www.europa.eu.

10ABB Group (2022). «Training and Development in Robotic Systems» ABB Reports on Workforce Transformation.

11International Federation of Robotics (2021). World Robotics Report: Industrial Robots. Retrieved from www.ifr.org.

12Dassault Systèmes (2022). 3DEXPERIENCE and Robotics Integration. Dassault Technical Reports.

13BMW Group (2023). «Collaborative Robotics at BMW: A Case Study» BMW Manufacturing Insights.

14DJI Innovations (2021). «Automated Production of Drones: Challenges and Achievements» DJI Technical Reviews.

15Yaskawa Electric Corporation (2022). Advanced Robotic Systems in Manufacturing. Yaskawa Publications.

А.Е. Майкенов

Машина жасаудағы өндірістік процестерді роботтандыру

Мақала машина жасаудағы өндірістік процестерді роботтандыру саласындағы қазіргі тенденцияларды талдауға арналған. Құрастыру желілерін автоматтандыруды, материалдарды өндеуді және логистиканы қоса алғанда, өнеркәсіптік роботтарды енгізудің негізгі бағыттары қарастырылады. Өнімділікті арттыру, жұмыс уақытын қысқарту және өнім сапасын жақсарту сияқты роботтандырудың артықшылықтары сипатталған. Роботтарды басқаруда олардың өзгермелі өндіріс жағдайларына бейімделуін қамтамасыз ету үшін жасанды интеллект пен машиналық оқытуды енгізуге назар аударылды. Бірлескен роботтарды (роботтарды) пайдалану мысалдары және олардың еңбекті ұйымдастыруға әсері талқыланады. Роботтандыруды одан әрі дамыту перспективаларына, оның Industry 4.0 тұжырымдамасындағы және цифрлық зауыттарға көшудегі рөліне баса назар аударылды.

Түйін сөздер: роботтандыру, машина жасау, өнеркәсіптік роботтар, автоматтандыру, бірлескен роботтар, жасанды интеллект, Машиналық оқыту, өндірістік процестер, Industry 4.0, цифрлық фабрикалар, автоматтандырылған жүйелер, инновациялар, болашақ технологиялар.

А.Е. Maykenov

Robotization of production processes in mechanical engineering

The article analyzes current trends in the field of industrial process robotization in mechanical engineering. The main directions of industrial robot implementation are considered, including assembly line automation, material processing, and logistics. The advantages of robotization, such as increased productivity, reduced operation time, and improved product quality, are described. Particular attention is paid to the integration of artificial intelligence and machine learning in robot control to ensure their adaptation to changing production conditions. Examples of collaborative robots (cobots) and their impact on labor organization are discussed. Emphasis is placed on the prospects for further development of robotization, including its role in the Industry 4.0 concept and the transition to digital factories.

Keywords: robotization, mechanical engineering, industrial robots, automation, collaborative robots, artificial intelligence, machine learning, production processes, Industry 4.0, digital factories, automated systems, innovation, future technologies.

Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

References

- 1 Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum.
- 2 Crane, J. (2019). «Industrial Robotics: Trends and Future Directions» International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 102(3-4), 515–530.
- 3 Grossberg, S. (2021). «Artificial Intelligence in Robotics: Bridging the Gap between Automation and Adaptation» Journal of Robotics and AI, 45(2), 123–140.
- 4 Tesla Motors (2023). «Automation in Tesla Factories: How Robots Revolutionize Production» Retrieved from www.tesla.com.
- 5 Fanuc Corporation (2022). Innovations in Industrial Robotics. Fanuc Technical Reports.
- 6 KUKA AG (2021). «Collaborative Robots: Enhancing Safety and Efficiency» KUKA Robotics Journal, 15(4), 23–35.
- 7 Siemens AG (2023). Digitalization and Industry 4.0: Transforming Manufacturing Processes. Siemens White Papers.
- 8 Hyundai Robotics (2022). «Advanced Robotics in Automotive Manufacturing» Hyundai Robotics Reports.
- 9 European Union (2020). «Ethical Guidelines for the Use of Robotics and AI» Retrieved from www.europa.eu.
- 10 ABB Group (2022). «Training and Development in Robotic Systems» ABB Reports on Workforce Transformation.
- 11 International Federation of Robotics (2021). World Robotics Report: Industrial Robots. Retrieved from www.ifr.org.
- 12 Dassault Systèmes (2022). 3DEXPERIENCE and Robotics Integration. Dassault Technical Reports.
- 13 BMW Group (2023). «Collaborative Robotics at BMW: A Case Study» BMW Manufacturing Insights.
- 14 DJI Innovations (2021). «Automated Production of Drones: Challenges and Achievements» DJI Technical Reviews.
- 15 Yaskawa Electric Corporation (2022). Advanced Robotic Systems in Manufacturing. Yaskawa Publications.

Раздел 3

**IT-технологии,
энергетика,
автоматизация и
вычислительная
техника**

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

МРНТИ 50.41.29
УДК 004.8

[DOI: 10.4411/s0231-019-578](https://doi.org/10.4411/s0231-019-578)

В.В. Яворский¹, А.О. Чванова А.О.¹, Г.Д. Калашников²

¹Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан

²Карагандинский технический университет им А.С. Сагинова, г. Караганда, Казахстан
(E-mail: a.chvanova@ttu.edu.kz)

Интеграция ChatGPT в веб-приложения для внедрения интеллектуальных ассистентов

Интеграция ChatGPT в веб-приложения открывает новые возможности для создания интеллектуальных ассистентов, улучшающих пользовательский опыт. В статье рассматриваются основные аспекты работы API, взаимодействие фронтенда и бэкенда, а также процесс настройки и использования ChatGPT API. Описаны преимущества генеративного ИИ, сценарии его применения и особенности архитектуры веб-приложения, включая использование Flask, JavaScript и AJAX для передачи данных. Рассмотрены вопросы безопасности, защиты API-ключей и оптимизации модели. Интеграция ChatGPT делает возможным создание эффективных, масштабируемых и персонализированных сервисов для бизнеса и пользователей.

Ключевые слова: ChatGPT, веб-приложение, API, искусственный интеллект, интеграция, обработка данных, автоматизация.

Введение

Веб-приложения стали важной частью современной цифровой экосистемы. Они используются в самых разных сферах. Удобство доступа через браузер, независимость от операционной системы и возможность работы на любых устройствах с доступом в интернет сделали веб-приложения универсальным инструментом для пользователей и бизнеса.

С развитием технологий запросы к функциональности веб-приложений также растут. Пользователи ожидают не только удобный интерфейс, но и интеллектуальные функции, которые упрощают выполнение задач, делают работу быстрее и эффективнее. Именно поэтому возможность дополнения веб-приложений новыми функциями через API и технологий искусственного интеллекта стала существенным прорывом применения информационных технологий.

Методы и материалы

API, или интерфейс программирования приложений [1], — это набор правил и механизмов, который позволяет одному приложению взаимодействовать с другим. Он действует как посредник, обеспечивающий передачу данных и выполнение определенных функций без необходимости вникать во внутреннюю реализацию другого приложения. Основой работы API является структура запросов и ответов, где одно приложение отправляет запрос на выполнение определенной операции, а другое возвращает результат. Для передачи информации используются универсальные протоколы, такие как HTTP или HTTPS, обеспечивающие удобство и безопасность взаимодействия.

API, предоставляемые внешними сервисами, позволяют быстро подключить к приложению функционал, который ранее требовал бы больших затрат на разработку. Многие известные приложения и сервисы, доступные в общем доступе, предоставляют API, позволяя разработчикам интегрировать их функционал в свои проекты. Например, социальные сети, такие как Facebook и Twitter, предоставляют API для публикации контента и получения данных о пользователях. Платежные системы, такие как Stripe и PayPal, предлагают интерфейсы для обработки транзакций. Карты и навигационные системы,

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

такие как Google Maps, позволяют интегрировать геолокационные данные и маршруты в сторонние приложения.

В свою очередь, технологии искусственного интеллекта (ИИ) открывают доступ к современным инструментам, которые позволяют автоматизировать рутинные задачи, улучшать взаимодействие с пользователями и создавать более персонализированные решения.

Одним из наиболее популярных решений в области генеративного ИИ является ChatGPT, который способен реализовать человеческий диалог, анализировать запросы и выдавать точные ответы на основе предоставленных данных.

Интеграция ChatGPT в веб-приложения открывает перед компаниями огромные возможности: от улучшения пользовательского опыта до внедрения интеллектуальных ассистентов, которые способны работать 24/7. Однако процесс интеграции требует детального подхода, включая техническую реализацию, настройку на потребности бизнеса и учет аспектов безопасности. Интеграция API и ИИ позволяет компаниям оставаться конкурентоспособными, улучшая пользовательский опыт и предлагая инновационные сервисы.

Веб-приложения обычно состоят из двух основных частей: фронтенда и бэкенда, каждая из которых играет важную роль в процессе интеграции внешнего API [2].

Фронтенд — это клиентская часть приложения, которая отвечает за взаимодействие с пользователем. Она включает в себя пользовательский интерфейс (UI), отображающий данные, и элементы, позволяющие пользователю отправлять запросы, например, формы или кнопки.

Бэкенд — это серверная часть, которая управляет логикой приложения, хранением данных и взаимодействием с внешними сервисами через API. Он обрабатывает запросы, поступающие от фронтенда, взаимодействует с базами данных и отправляет ответы обратно.

ChatGPT API доступен через облако и обеспечивает взаимодействие с моделями GPT-3.5 и GPT-4. Работа ChatGPT API основана на двух моделях: GPT-3.5 — подходит для стандартных диалогов, GPT-4 — для более сложных задач (поддерживает контекст до 32 000 токенов). При этом OpenAI предоставляет несколько бесплатных токенов для начального тестирования.

Рассмотрим веб-приложение с интегрированным ChatGPT.

Для разработки бэкенда используем следующие инструменты:

1. Язык разработки – Python [3]. это высокоуровневый, интерпретируемый язык программирования, который отличается простотой синтаксиса и широкими возможностями. Благодаря своей универсальности, Python используется в самых разных областях: от веб-разработки и анализа данных до машинного обучения, автоматизации задач и разработки игр. Широкая стандартная библиотека и активное сообщество делают Python мощным инструментом для решения самых различных задач.

2. Flask - это легковесный веб-фреймворк для языка Python, который предназначен для создания веб-приложений и REST API [4]. Он известен своей простотой и гибкостью, что делает его идеальным выбором как для новичков, так и для опытных разработчиков. Flask предоставляет только минимальный набор инструментов для создания веб-приложений, оставляя разработчику свободу в выборе дополнительных компонентов. В Flask можно легко настроить маршруты, которые будут отвечать на различные запросы, обрабатывать данные, взаимодействовать с внешними сервисами или базами данных и формировать ответы, чаще всего в виде HTML-страниц или JSON-данных. Он подходит для небольших проектов или прототипов, поскольку его настройка и структура проекта минимальны. Однако, несмотря на свою простоту, Flask поддерживает мощные возможности для масштабируемости и расширяемости через сторонние библиотеки и расширения.

3. Менеджер зависимостей Pip [5] — это менеджер зависимостей для Python, который используется для установки, обновления и управления сторонними библиотеками. Он позволяет легко добавлять необходимые пакеты в проект, например, с помощью команды `pip install <название_пакета>`. Также pip работает с файлом `requirements.txt`, чтобы установить все зависимости проекта одновременно.

Фронтенд приложения реализуется с помощью:

1. HTML - это стандартный язык разметки для создания веб-страниц. Он описывает структуру веб-документов с помощью тегов, таких как заголовки, параграфы, изображения и ссылки.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

HTML не отвечает за внешний вид страницы, но предоставляет основу, на которой строится контент. Он используется для определения структуры и организации элементов на странице [7].

2. CSS - это язык стилей, который используется для оформления HTML-страниц. С помощью CSS можно управлять внешним видом элементов на странице, задавая им цвета, шрифты, размеры, отступы, расположение и анимации. CSS позволяет создавать адаптивные и красивые дизайны, а также разделять структуру и оформление, что упрощает разработку и поддержку веб-страниц.

3. JavaScript - это язык программирования, который позволяет добавлять интерактивность и динамическое поведение на веб-страницы. С помощью JavaScript можно изменять содержимое страниц, обрабатывать пользовательские действия (например, клики и ввод данных), работать с данными на сервере через API и создавать анимации. Он является основным инструментом для разработки современных веб-приложений, обеспечивая динамичное взаимодействие с пользователем [6].

Рассмотрим отдельно интеграцию ChatGPT в приложение.

Для начала работы требуется получение ключа API. Процесс включает следующие шаги:

1. Перейти на официальный сайт OpenAI.
2. Создать или войти в аккаунт.
3. В разделе **API Keys** нажать "Create new secret key".
4. Сохранить ключ в безопасном месте, так как он больше не отобразится.

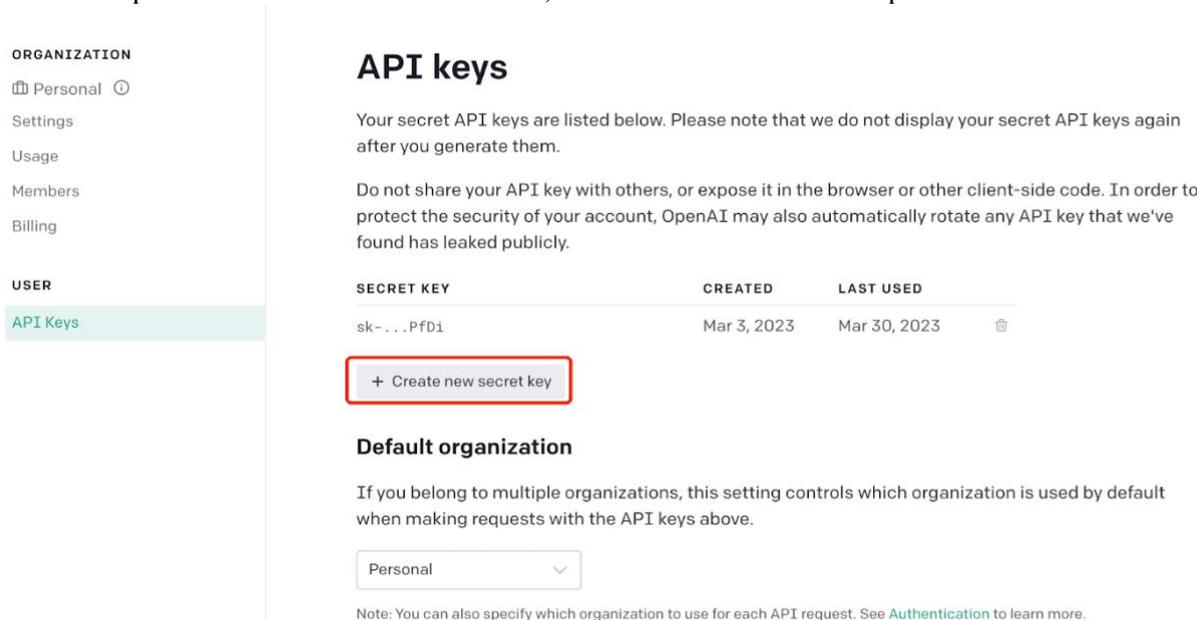


Рисунок 1 – Получение ключа API ChatGPT

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

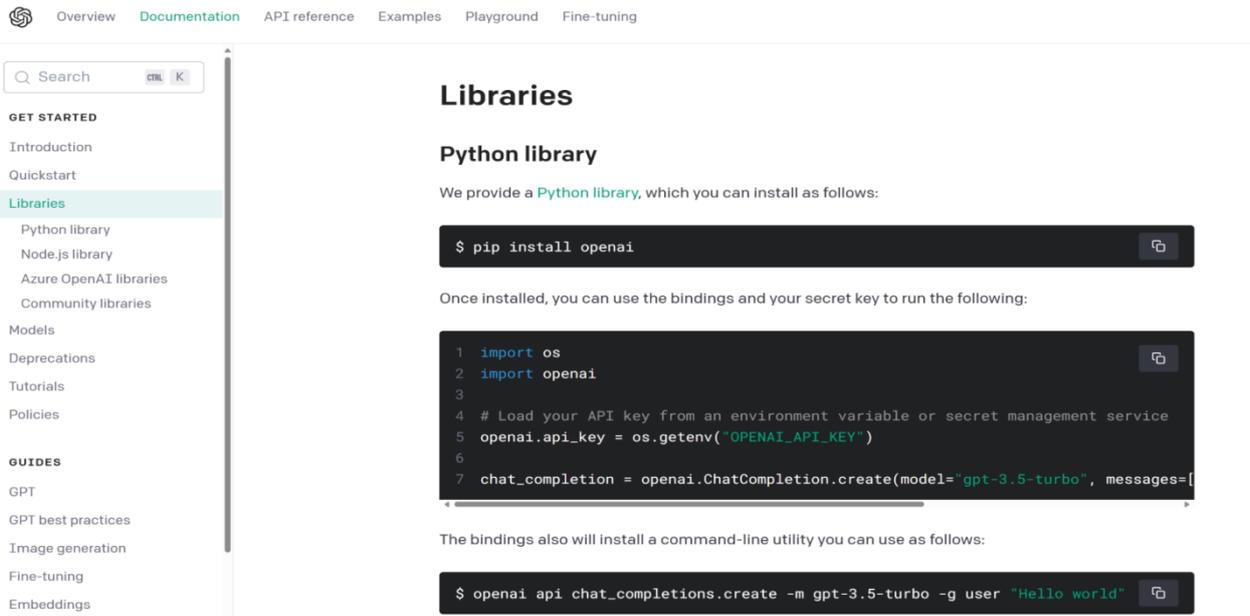


Рисунок 2 – Настройка доступа для приложения

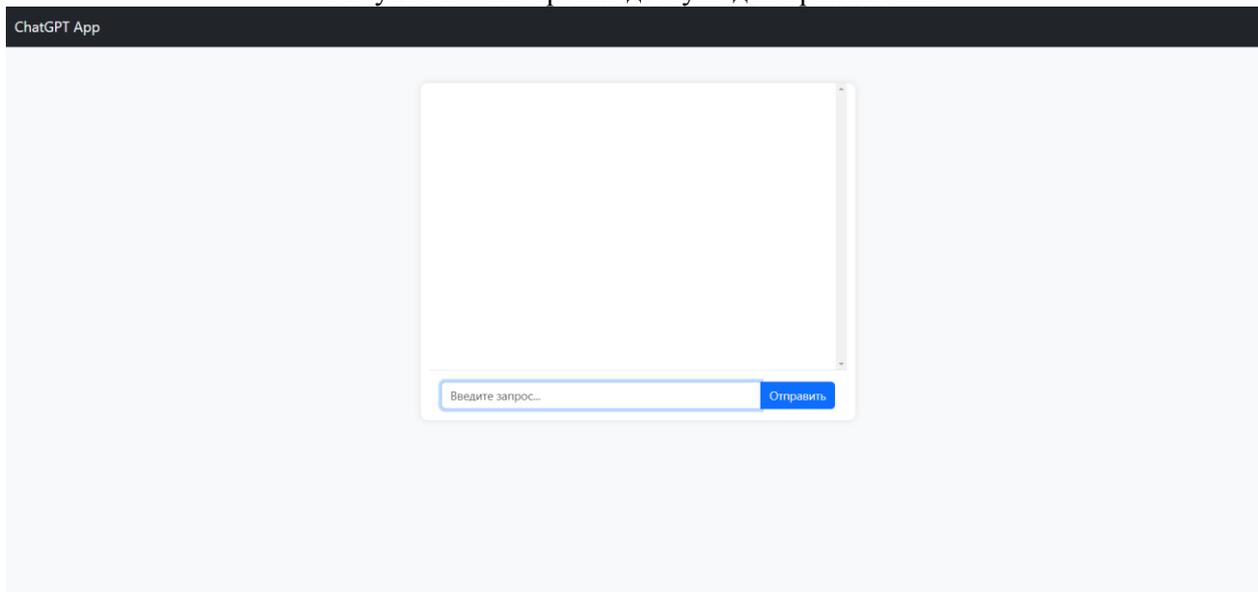


Рисунок 3 – Внешний вид окна приложения

Общий алгоритм работы приложения:

1. При запуске программы Flask создает сервер и слушает запросы на порту **5000**. Этот сервер обрабатывает два основных типа запросов:

GET-запросы – запрашивают данные или HTML-страницу.

POST-запросы – передают данные на сервер.

2. Когда пользователь впервые открывает страницу веб-приложения в браузере, отправляется GET-запрос на сервер Flask. Сервер обрабатывает этот запрос и загружает HTML-страницу с интерфейсом чата.

3. Когда пользователь вводит сообщение в чат и нажимает "Отправить", в браузере выполняется AJAX-запрос (асинхронный POST-запрос), который передает данные на сервер Flask.:

- Пользователь вводит сообщение в форму на веб-странице.
- Сообщение пользователя добавляется в историю чата.
- Сообщение отправляется на сервер через AJAX-запрос.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

- Сервер передает историю сообщений и новый запрос в API ChatGPT.
 - Ответ модели добавляется в историю и возвращается в виде JSON-объекта.
4. Фронтенд получает JSON-ответ и динамически добавляет его в чат.

Интеграция ChatGPT в веб-приложение — это эффективный способ повысить качество взаимодействия с пользователями.

Результаты и обсуждение

Использование API OpenAI в образовательных приложениях открывает широкий спектр возможностей для автоматизации учебного процесса, персонализации обучения и повышения эффективности взаимодействия студентов с образовательными ресурсами.

Веб-приложения с ChatGPT могут автоматически отвечать на вопросы студентов, проверять домашние задания и генерировать учебные материалы. Это снижает нагрузку на преподавателей и делает обучение более доступным. В отличие от преподавателей, ChatGPT в веб-приложении доступен в любое время суток, обеспечивая круглосуточную поддержку студентов. Благодаря интеграции с профилем пользователя, веб-приложение может анализировать его прогресс, запоминать предыдущие вопросы и адаптировать обучение под уровень знаний. ChatGPT можно бесшовно подключить к существующим веб-платформам для обучения (Moodle, Google Classroom и др.) через API, дополняя их возможностями искусственного интеллекта. Веб-приложение может предоставлять интерактивный чат с ChatGPT, где студенты могут вести диалоги, задавать уточняющие вопросы и получать развернутые ответы.

Кроме того, возможности API позволяют работать с большими объемами данных, поддерживая как краткие запросы, так и сложные, контекстно зависимые диалоги. Применение моделей GPT-3.5 и GPT-4 гарантирует гибкость и адаптивность интегрированного решения.

Выводы

Использование ChatGPT делает возможным создание современных, масштабируемых и конкурентоспособных решений. Благодаря гибкости API, разработчики могут легко масштабировать решения, адаптируя их под возрастающие нагрузки и потребности пользователей. ChatGPT можно интегрировать как в небольшие образовательные стартапы, так и в крупные онлайн-платформы с миллионами пользователей. Разработчики могут внедрять интеллектуальные функции, которые выделяют их веб-приложение на фоне конкурентов. AI-поддержка делает платформы более удобными, эффективными и востребованными, снижая нагрузку на преподавателей и автоматизируя рутинные процессы. ChatGPT позволяет разгрузить преподавателей, автоматизируя ответы на типичные вопросы, проверку домашних заданий, подготовку учебных материалов. Это дает педагогам больше времени для индивидуальной работы со студентами, что повышает качество образования. Интеграция ChatGPT в образовательные веб-приложения меняет подход к образованию и цифровым сервисам, делая их интерактивными, адаптивными и персонализированными. Это открывает новые горизонты для внедрения инноваций, позволяя разработчикам создавать гибкие, эффективные и конкурентоспособные решения, которые будут востребованы в быстроразвивающейся цифровой экономике.

Список литературы

- 1 Что такое API и как он работает [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://skillbox.ru/media/code/chto_takoe_api/, свободный
- 2 Как работают веб-приложения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/450282/>, свободный
- 3 Основы языка программирования Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nic.ru/help/osnovy-yazyka-programirovaniya-python_11662.html, свободный
- 4 Фреймворк Flask: как он работает и зачем нужен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/code/freymvork-flask-kak-on-rabotaet-i-zachem-nuzhen/>, свободный

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

5 Pip (менеджер пакетов) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Pip_\(менеджер_пакетов\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Pip_(менеджер_пакетов)), свободный

6 Основы веб-разработки: HTML, CSS, JavaScript. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://purpleschool.ru/blog/HTML_CSS_JS, свободный

В.В. Яворский, А.О. Чванова А.О., Г.Д. Калашников

Ақылды көмекшілерді енгізу үшін веб-қосымшаларға ChatGPT интеграциясы

ChatGPT -ті веб-қосымшаларға біріктіру пайдаланушы тәжірибесін жақсартатын ақылды көмекшілерді құрудың жаңа мүмкіндіктерін ашады. Мақалада API жұмысының негізгі аспектілері, алдыңғы және артқы өзара әрекеттесу және ChatGPT API орнату және пайдалану процесі қарастырылады. Генеративті және оның қолданылу сценарийлерінің артықшылықтары және веб-қосымшаның архитектурасының ерекшеліктері, соның ішінде flask, JavaScript және Ajax-ты деректерді беру үшін пайдалану сипатталған. Қауіпсіздік, API кілттерін қорғау және модельді оңтайландыру мәселелері қарастырылады. ChatGPT интеграциясы бизнес пен пайдаланушылар үшін тиімді, масштабталатын және жекелендірілген қызметтерді құруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ChatGPT, веб-қосымша, API, жасанды интеллект, интеграция, деректерді өңдеу, автоматтандыру.

V.V. Yavorskiy, A.O. Chvanova, G.D. Kalashnikov

Integration of ChatGPT into web applications for the implementation of intelligent assistants

The integration of ChatGPT into web applications opens up new possibilities for creating intelligent assistants that enhance the user experience. The article discusses the main aspects of the API, the interaction of the frontend and backend, as well as the process of configuring and using the ChatGPT API. The advantages of generative AI, its application scenarios, and the architecture features of a web application, including the use of Flask, JavaScript, and AJAX for data transmission, are described. The issues of security, API key protection, and model optimization are considered. ChatGPT integration makes it possible to create efficient, scalable, and personalized services for businesses and users.

Key words: ChatGPT, web application, API, artificial intelligence, integration, data processing, automation.

References

1 Chto takoe API i kak on rabotaet [Electronic resource]. – Access mode: https://skillbox.ru/media/code/chto_takoe_api/, free

2 Kak rabotayut veb-prilozheniya [Electronic resource]. – Access mode: <https://habr.com/ru/articles/450282/>, free

3 Osnovy yazyka programirovaniya Python [Electronic resource]. – Access mode: https://www.nic.ru/help/osnovy-yazyka-programirovaniya-python_11662.html, free

4 Frejmwork Flask: kak on rabotaet i zachem nuzhen [Electronic resource]. – Access mode: <https://skillbox.ru/media/code/freymvork-flask-kak-on-rabotaet-i-zachem-nuzhen/>, free

5 Pip (menedzher paketov) [Electronic resource]. – Access mode: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Pip_\(менеджер_пакетов\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Pip_(менеджер_пакетов)), free

6 Osnovy veb-razrabotki: HTML, CSS, JavaScript. [Electronic resource]. – Access mode: https://purpleschool.ru/blog/HTML_CSS_JS, free

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

GTAMP 62.20.15
ЭӨЖ: 61.19.2:614.7

[DOI: 10.4411/s003-019-431](https://doi.org/10.4411/s003-019-431)

М.Б. Жумағалиев

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: m.zumagaliyev@ttu.edu.kz)*

Денсаулық сақтаудағы блокчейн перспективалар мен қиындықтар

Бұл мақалада блокчейн технологиясының денсаулық сақтау саласындағы қолданылуының перспективалары мен негізгі қиындықтары қарастырылады. Блокчейннің медициналық жазбаларды қорғау, деректердің тұтастығын қамтамасыз ету және денсаулық сақтау жүйесін тиімді басқару мүмкіндіктері зерттелді. Сонымен қатар, технологияның енгізілуіндегі техникалық, заңнамалық және этикалық мәселелер талқыланады. Зерттеу барысында блокчейн технологиясының медициналық сақтандыру, дәрі-дәрмек жеткізу және клиникалық зерттеулердегі рөлі де қарастырылды. Денсаулық сақтау жүйесінде деректердің қауіпсіздігін арттырумен қатар, пациенттерге көрсетілетін қызмет сапасын жақсарту мүмкіндіктері талданды. Сонымен қатар, блокчейн негізіндегі шешімдерді енгізу үшін қажетті инфрақұрылымдық өзгерістер мен технологияны тиімді қолдану стратегиялары ұсынылды.

Ключевые слова: блокчейн, денсаулық сақтау, медициналық деректер, киберқауіпсіздік, инновация, деректерді қорғау.

Kіріспе

Цифрлық технологиялар қарқынды дамып жатқан заманда денсаулық сақтау жүйесінің қауіпсіздігі мен тиімділігі өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Медициналық ақпараттың құпиялылығы мен қолжетімділігі арасындағы баланс сақтау саласында үлкен қиындықтар туғызады. Пациенттердің жеке мәліметтерін қорғау, медициналық жазбалардың өзгертілмейтіндігін қамтамасыз ету және деректерді рұқсат етілген тұлғаларға ғана қолжетімді ету денсаулық сақтау жүйесіндегі басты мәселелердің бірі саналады. Блокчейн технологиясы осы мәселелерді шешуге ықпал етуі мүмкін.

Блокчейн – орталықтандырылмаған, сенімді және қауіпсіз жүйе, ол транзакцияларды тіркеудің өзгермейтін және ашық әдісін ұсынады. Бұл технология медициналық деректердің қауіпсіздігін арттырумен қатар, ақпарат алмасу үдерісін жеңілдетіп, әкімшілік шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Блокчейн негізінде жұмыс істейтін жүйелер пациенттердің электрондық медициналық карталарын сақтауда, дәрі-дәрмек жеткізілімінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуде және медициналық зерттеулер жүргізуде тиімді шешім бола алады. Сонымен қатар, бұл технология медицина саласындағы алаяқтықты төмендетуге және әртүрлі мекемелер арасында деректер алмасудың сенімді тетігін қалыптастыруға ықпал етеді.

Дегенмен, блокчейн технологиясын денсаулық сақтау жүйесіне енгізу бірқатар қиындықтармен байланысты. Жоғары есептеу қуатын қажет етуі, масштабтаудың күрделілігі, реттеуші нормалар мен құқықтық мәселелер сияқты факторлар оның кеңінен таралуына кедергі келтіруі мүмкін. Сонымен қатар, блокчейн жүйесінің тұрақты және тиімді жұмыс істеуі үшін медициналық мекемелер мен денсаулық сақтау саласындағы мамандардың жаңа технологияны қабылдап, оны дұрыс пайдалануына ерекше мән беру қажет.

Блокчейннің денсаулық сақтау саласына ықпалы айтарлықтай зор, алайда оның толық әлеуетін пайдалану үшін жүйені жан-жақты зерттеп, техникалық және құқықтық кедергілерді еңсеру қажет. Технологияның дамуына байланысты болашақта блокчейн медициналық деректерді қауіпсіз сақтаудың және тиімді басқарудың ажырамас бөлігіне айналуы мүмкін.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Әдістер мен материалдар

Бұл зерттеу шеңберінде ғылыми әдебиеттерге шолу жасалып, блокчейннің денсаулық сақтау саласына әсерін бағалау үшін салыстырмалы талдау әдісі қолданылды. Талдау барысында блокчейн технологиясын медициналық деректерді басқаруға енгізген нақты мысалдар қарастырылды. Сонымен қатар, технологияны енгізуге байланысты мәселелер мен оларды шешу жолдары талданды.

Зерттеу барысында блокчейннің медициналық деректерді қорғау, пациенттің жеке мәліметтеріне рұқсатты шектеу, деректердің өзгермейтіндігін қамтамасыз ету және денсаулық сақтау ұйымдары арасындағы ақпарат алмасуды жақсарту саласындағы рөлі талданды. Блокчейн архитектурасының негізгі компоненттері қарастырылып, оның медицинада қолданылатын модельдері зерттелді. Сонымен қатар, орталықтандырылған және орталықтандырылмаған жүйелердің тиімділігі салыстырылды.

Блокчейнді денсаулық сақтау саласына енгізу артықшылықтары төмендегі негізгі көрсеткіштер бойынша бағаланды:

1. **Медициналық деректердің қауіпсіздігі** – блокчейн желісіндегі ақпараттың өзгермейтіндігі мен криптографиялық қорғалуы.
2. **Ақпаратқа қолжетімділік** – дәрігерлер мен медициналық мекемелер арасындағы ақпарат алмасудың жылдамдығы.
3. **Шығындарды азайту** – әкімшілік шығындарды қысқарту және деректерді басқарудың тиімділігі.
4. **Алаяқтықтың алдын алу** – медициналық сақтандыру және дәрі-дәрмек жеткізу салаларында жалған құжаттарды қолдану мүмкіндігін азайту.

Блокчейннің медицинадағы қолданысын түсіндіру үшін орталықтандырылған және блокчейн негізіндегі жүйелерді салыстыратын диаграмма, сонымен қатар, жүйенің тиімділігіне әсер ететін факторларды көрсететін график жасалды.

Математикалық тұрғыдан, блокчейннің денсаулық сақтау саласындағы рөлін сипаттау үшін транзакцияларды шифрлаудың негізінде қолданылатын **хэш-функция** төмендегідей түрде сипатталды:

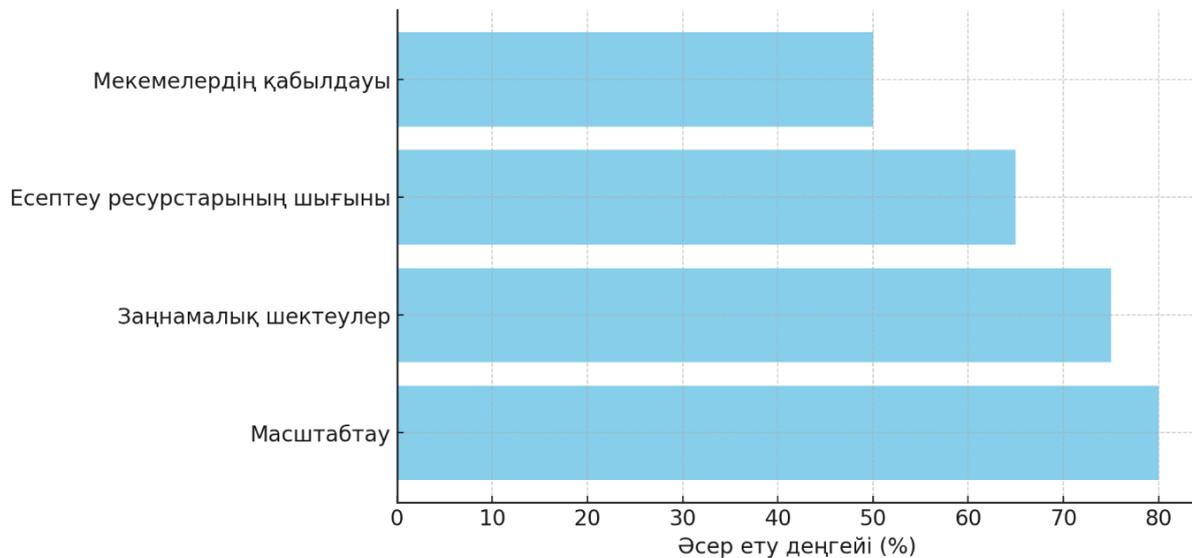
$$H(x)=h(x)$$

мұнда $H(x)$ — тұрақты ұзындықтағы хэш-код

Мұнда **хэш-функцияның** негізгі қасиеттері өзгермейтіндік, тұрақтылық және қауіпсіздік болып табылады. Бұл әдіс пациенттің медициналық деректерінің рұқсатсыз өзгертілуінің алдын алады.

Талдау нәтижесінде блокчейн технологиясын медициналық деректерді басқаруға енгізудің тиімділігі расталды. Алайда, оны кеңінен қолдану үшін масштабтау, заңнамалық шектеулер және есептеу ресурстарының шығыны сияқты мәселелерді шешу қажет. Зерттеу нәтижелері бойынша ұсыныстар жасалды, оның ішінде жүйенің тиімділігін арттыру үшін гибриді блокчейн модельдерін қолдану, шифрлау алгоритмдерін жетілдіру және медициналық мекемелер арасында технологияны қолдану бойынша стандарттарды әзірлеу ұсынылды.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»



Сурет 1. Блокчейнді медицинада енгізуге байланысты мәселелер

Жоғарыда орталықтандырылған және блокчейн жүйелерінің салыстырмалы тиімділігін көрсететін бар диаграмма, сонымен қатар блокчейнді медицинада енгізуге байланысты негізгі мәселелердің әсер ету деңгейін көрсететін горизонтальды баған диаграммасы ұсынылды. Сондай-ақ, жүйелердің негізгі көрсеткіштері бойынша салыстыру нәтижелері кесте түрінде көрсетілді. Бұл мәліметтер блокчейн технологиясының денсаулық сақтау саласында қауіпсіздік пен тиімділік тұрғысынан артықшылықтарын дәлелдейді, бірақ оның кеңінен қолданылуына байланысты белгілі бір кедергілерді де анықтайды.

Нәтижелер мен пікірталас

Блокчейн технологиясының денсаулық сақтау жүйесіне ықпалы келесі негізгі бағыттарда байқалады. Деректердің қауіпсіздігі мен құпиялылығы медициналық жазбаларды қорғауға және рұқсатсыз қолжетімділіктің алдын алуға мүмкіндік береді. Деректердің тұтастығы сақталып, оларды өзгерту мүмкіндігі жойылады, бұл ақпараттың сенімділігін арттырады. Процестердің тиімділігі денсаулық сақтау ұйымдары арасындағы ақпарат алмасуды оңтайландыру арқылы жақсартады, бұл медициналық қызмет көрсету жылдамдығы мен сапасын арттыруға ықпал етеді. Пациенттің деректерге иелік етуі олардың өз медициналық ақпараттарын бақылауына, қажетті жағдайда оны таңдалған дәрігерлер мен ұйымдарға қолжетімді етуіне мүмкіндік береді. Сонымен қатар, блокчейн технологиясы алаяқтықтың алдын алуға, дәрі-дәрмек жеткізу тізбегін бақылауға және сақтандыру үдерістерін автоматтандыруға көмектеседі.

Алайда, зерттеу барысында блокчейнді енгізудегі бірқатар қиындықтар анықталды. Құқықтық және реттеуші мәселелер медициналық деректердің құпиялылығын сақтау талаптарының жоғары болуына байланысты технологияны заңнамалық тұрғыдан бейімдеуді қажет етеді. Техникалық шектеулер блокчейн желісінде үлкен көлемдегі медициналық деректерді сақтау қиындықтарымен байланысты, себебі транзакция жылдамдығы мен желі жүктемесі артады. Интеграция қиындықтары қазіргі медициналық жүйелермен сәйкестендіру қажеттілігіне байланысты туындайды, бұл деректер алмасу протоколдарын үйлестіру мен стандарттарды біріздендіруді талап етеді. Сондай-ақ, блокчейн жүйесінің тұрақты жұмыс істеуі үшін жоғары есептеу қуаты мен энергия шығыны талап етіледі, бұл оның кеңінен қолданылуын шектейді. Технологияны сәтті енгізу үшін құқықтық, техникалық және инфрақұрылымдық мәселелерді шешуге бағытталған кешенді тәсіл қажет.

Қорытынды

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Блокчейн технологиясы денсаулық сақтау саласындағы қауіпсіздік пен тиімділікті арттыруда үлкен мүмкіндіктерге ие. Ол деректердің тұтастығын сақтай отырып, медициналық ақпарат алмасуды оңтайландыруға көмектеседі. Бұл технология пациенттердің медициналық жазбаларын қорғауға, рұқсатсыз өзгертулердің алдын алуға және денсаулық сақтау ұйымдары арасындағы үйлесімділікті арттыруға ықпал етеді. Сонымен қатар, блокчейн пациенттерге өз деректеріне толық бақылау орнатуға мүмкіндік беріп, медициналық қызметтердің ашықтығы мен қолжетімділігін қамтамасыз етеді.

Дегенмен, технологияның кеңінен қолданылуы үшін құқықтық, техникалық және ұйымдастырушылық мәселелерді шешу қажет. Блокчейн инфрақұрылымын денсаулық сақтау жүйесіне тиімді интеграциялау үшін қазіргі жүйелермен үйлесімділік пен масштабтауды жетілдіру маңызды. Сондай-ақ, блокчейн желілерінің жоғары есептеу қуатына деген қажеттілігі және деректерді сақтау көлеміне қатысты шектеулер жүйенің тұрақты жұмыс істеуіне әсер етуі мүмкін. Құқықтық тұрғыдан медициналық ақпараттың құпиялылығын сақтау мен деректерді заңнамалық реттеу бойынша нақты стандарттар мен нормаларды әзірлеу қажет.

Осы бағытта қосымша зерттеулер жүргізу және мемлекеттік қолдау маңызды рөл атқарады. Блокчейнді денсаулық сақтау саласына енгізудің артықшылықтары мен ықтимал тәуекелдерін тереңірек зерттеу технологияның тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, мемлекет тарапынан қаржыландыру, нормативтік базаны жетілдіру және денсаулық сақтау ұйымдарына технологияны енгізуде қолдау көрсету маңызды. Блокчейнді дұрыс енгізу медициналық қызметтердің сапасын арттырып, пациенттердің құқығын қорғауға және денсаулық сақтау жүйесін жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- 2 Kuo, T. T., Kim, H. E., & Ohno-Machado, L. (2017). Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 24(6), 1211–1220.
- 3 Engelhardt, M. A. (2017). Hitching Healthcare to the Chain: An Introduction to Blockchain Technology in the Healthcare Sector. *Technology Innovation Management Review*, 7(10), 22-34.
- 4 Zhang, P., Schmidt, D. C., White, J., & Lenz, G. (2018). Blockchain Technology Use Cases in Healthcare. *Advances in Computers*, 111, 1-41.
- 5 Ekblaw, A., Azaria, A., Halamka, J. D., & Lippman, A. (2016). A Case Study for Blockchain in Healthcare: "MedRec" Prototype for Electronic Health Records and Medical Research Data. MIT Media Lab: White Paper.

М.Б. Жумағалиев

Перспективы и проблемы блокчейна в здравоохранении

В этой статье рассматриваются перспективы и основные проблемы применения технологии блокчейн в здравоохранении. Исследованы возможности блокчейна для защиты медицинских записей, обеспечения целостности данных и эффективного управления системой здравоохранения. Кроме того, обсуждаются технические, законодательные и этические вопросы, связанные с внедрением технологии. В ходе исследования также рассмотрена роль технологии блокчейн в медицинском страховании, доставке лекарств и клинических исследованиях. Проанализированы возможности улучшения качества обслуживания пациентов наряду с усилением безопасности данных в системе здравоохранения. Также предложены необходимые инфраструктурные изменения и стратегии для эффективного использования технологии при внедрении решений на основе блокчейн.

Ключевые слова: блокчейн, здравоохранение, медицинские данные, кибербезопасность, инновация, защита данных.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

М.В. Zhumagaliev

Prospects and Challenges of Blockchain in Healthcare

This article discusses the prospects and main challenges of applying blockchain technology in healthcare. The possibilities of blockchain to protect medical records, ensure data integrity, and efficiently manage the healthcare system were explored. In addition, technical, legal, and ethical issues in the implementation of the technology are discussed. The study also considered the role of blockchain technology in health insurance, drug delivery, and clinical research. Opportunities to improve the quality of services provided to patients, along with enhancing data security in the healthcare system, were analyzed. Moreover, necessary infrastructural changes and strategies for the effective use of the technology were proposed to introduce blockchain-based solutions.

Keywords: blockchain, healthcare, medical data, cybersecurity, innovation, data protection.

References

- 1 Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- 2 Kuo, T. T., Kim, H. E., & Ohno-Machado, L. (2017). Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 24(6), 1211–1220.
- 3 Engelhardt, M. A. (2017). Hitching Healthcare to the Chain: An Introduction to Blockchain Technology in the Healthcare Sector. *Technology Innovation Management Review*, 7(10), 22-34.
- 4 Zhang, P., Schmidt, D. C., White, J., & Lenz, G. (2018). Blockchain Technology Use Cases in Healthcare. *Advances in Computers*, 111, 1-41.
- 5 Ekblaw, A., Azaria, A., Halamka, J. D., & Lippman, A. (2016). A Case Study for Blockchain in Healthcare: «MedRec" Prototype for Electronic Health Records and Medical Research Data. MIT Media Lab: White Paper.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

FTAMP 50.41.01
ӨӘЖ: 004.75

[DOI: 10.4411/s030-034-427](https://doi.org/10.4411/s030-034-427)

А.Д. Тайсагатов

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: a.taisagatov@ttu.edu.kz)*

Компьютерлік желілердегі ауытқуларды анықтаудың тиімді алгоритмдері

Бұл мақалада компьютерлік желілердегі ауытқуларды анықтау үшін қолданылатын тиімді алгоритмдер қарастырылады. Желілік трафиктегі қалыптан тыс өзгерістер жүйенің қауіпсіздігіне әсер етуі мүмкін, сондықтан ауытқуларды уақытылы анықтау маңызды. Зерттеу барысында машиналық оқыту әдістері, статистикалық талдау және сигнатуралық әдістер талданады. Алынған нәтижелер негізінде әртүрлі әдістердің тиімділігі бағаланып, олардың қолдану мүмкіндіктері қарастырылады.

Ключевые слова: Компьютерлік желілер, ауытқуларды анықтау, машиналық оқыту, статистикалық талдау, желілік қауіпсіздік.

Kіріспе

Қазіргі заманғы компьютерлік желілерде үлкен көлемде деректер алмасады, бұл өз кезегінде қауіпсіздік мәселелерін туындатады. Желілік ауытқулар көбінесе кибершабуылдардың, жабдықтың дұрыс істемеуінің немесе қалыпты емес трафиктің салдарынан орын алады. Сондықтан тиімді алгоритмдерді қолдану арқылы бұл ауытқуларды анықтау маңызды.

Желілік қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін заманауи әдістер мен технологиялар қолданылады. Олардың ішінде жасанды интеллектке негізделген жүйелер, машиналық оқыту алгоритмдері, статистикалық талдау және қолтаңбаға негізделген әдістер кеңінен таралған. Машиналық оқыту әдістері трафиктің қалыпты және қалыпты емес үлгілерін ажыратуға мүмкіндік береді, бұл шабуылдарды ерте кезеңде анықтауға және алдын алуға көмектеседі. Сонымен қатар, желілік аномалияларды анықтау үшін ережеге негізделген жүйелер, эвристикалық талдау және мінез-құлықтық модельдеу әдістері қолданылады.

Киберқауіпсіздік саласында қолданылатын негізгі тәсілдердің бірі – қолтаңбалық әдіс, онда белгілі бір зиянды әрекеттердің үлгілері сақталып, желілік трафик осы үлгілермен салыстырылады. Алайда, бұл әдістің негізгі кемшілігі – жаңа, белгісіз шабуыл түрлерін анықтай алмауы. Осыған байланысты, статистикалық талдау және аномалияны анықтау әдістері жоғары тиімділікті көрсетеді. Бұл тәсілдер қалыпты желілік әрекеттердің математикалық моделін құрып, кез келген ауытқуды нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді. Желілік аномалияларды анықтау үшін мәліметтерді алдын ала өңдеу, ерекшеліктерді таңдау, кластерлеу, жіктеу және аномалияларды талдау секілді кезеңдерден тұратын кешенді тәсілдер қолданылады. Әсіресе, үлкен көлемдегі деректермен жұмыс істеу кезінде тиімді алгоритмдерді пайдалану жүйенің өнімділігін арттырады және жалған оң нәтижелердің санын азайтады.

Қазіргі заманғы желілік инфрақұрылымдарда қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін гибриді әдістер де қолданылады, онда бірнеше тәсіл біріктіріліп, олардың артықшылықтары біріктіріледі. Бұл көпдеңгейлі қорғау жүйесін қалыптастырып, ықтимал шабуылдардың алдын алу мен оларды тиімді анықтауға мүмкіндік береді. Жалпы, желілік қауіпсіздікті қамтамасыз ету – үздіксіз жетілдіруді қажет ететін сала. Жаңа киберқауіптер мен шабуыл түрлеріне қарсы тұру үшін жасанды интеллект, машиналық оқыту және үлкен деректерді талдау әдістерін кеңінен пайдалану маңызды. Осы мақалада қарастырылған әдістер заманауи желілердегі қауіпсіздікті арттырудың негізгі құралдары ретінде қарастырылады.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Әдістер мен материалдар

Желідегі ауытқуларды анықтау үшін түрлі әдістер қолданылады, олардың әрқайсысы желілік трафиктің қалыпты және қалыптан тыс үлгілерін ажыратуда өзіндік ерекшеліктерге ие. Бұл әдістердің ішінде статистикалық талдау, машиналық оқыту, сигнатуралық әдістер және гибриді тәсілдер ерекше орын алады. Статистикалық талдау әдістері желілік трафиктің тарихи мәліметтеріне негізделеді. Бұл әдіс желідегі деректер ағынын талдап, олардың орташа мәні, дисперсиясы және басқа статистикалық сипаттамалары бойынша қалыпты үлгілерін анықтауға көмектеседі. Егер ағымдағы трафиктің параметрлері осы қалыпты үлгілерден айтарлықтай ауытқыса, онда ол ықтимал шабуыл немесе аномалия ретінде қарастырылады. Мысалы, желілік пакеттердің орташа ағынын төмендегі формула бойынша есептеуге болады:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

x_i - белгілі бір уақыттағы трафик көлемі
 N - бақылау саны.

Аномалияны анықтау үшін статистикалық шекті анықтау маңызды. Ол стандартты ауытқу негізінде есептеледі:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}$$

Егер ағымдағы трафиктің мәні $\mu \pm k\sigma$ диапазонынан шығып кетсе, онда ол күмәнді трафик ретінде қарастырылады. Мұнда k – пайдаланушының қалауы бойынша таңдалатын шек коэффициенті

Машиналық оқыту әдістері қадағаланатын (supervised) және қадағалаусыз (unsupervised) тәсілдерге бөлінеді. Қадағаланатын оқыту кезінде модельдер алдын ала белгіленген деректер жиыны бойынша оқытылып, қалыпты және аномальді трафикті ажырата алады. Ал қадағалаусыз оқытуда алгоритмдер деректер жиынының ішінен кластерлерді анықтап, олардың ерекшеліктеріне сүйене отырып аномалияларды табады. Мысалы, K-Means кластерлеу әдісі келесідей есептеледі:

$$J = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k \omega_{ij} ||x_i - c_j||^2$$

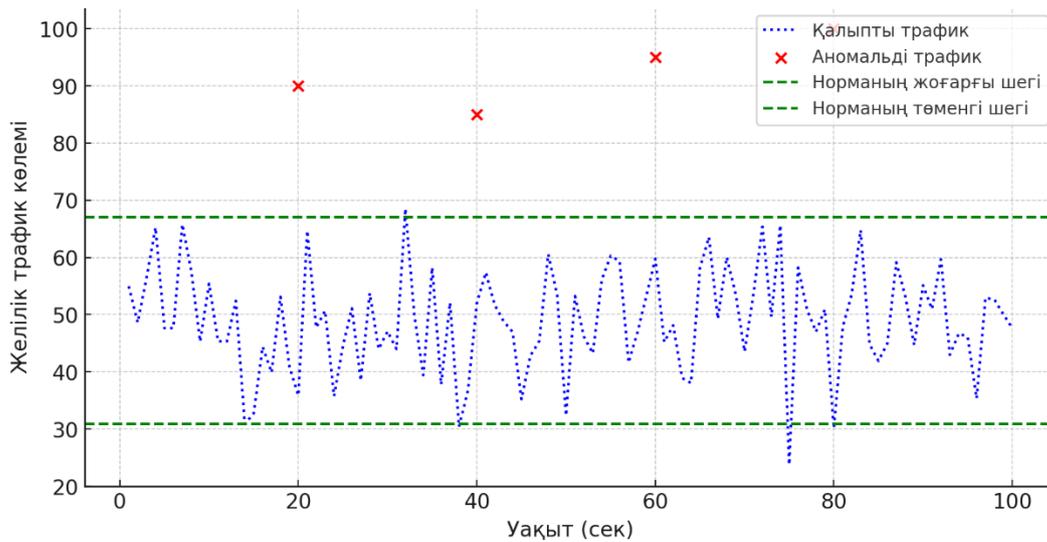
мұнда c_j – кластер орталығы, x_i – деректер нүктесі, ω_{ij} – деректердің белгілі бір кластерге тиесілігін анықтайтын айнымалы.

Сигнатуралық әдістер белгілі бір зиянды әрекеттердің қолтаңбаларына негізделген. Бұл әдісте желілік шабуылдардың сипаттамалары алдын ала сақталып, трафик осы үлгілермен салыстырылады. Мысалы, белгілі бір IP мекенжайлардан немесе белгілі бір порттар арқылы келетін пакеттер қауіпті шабуылдардың белгілері ретінде қарастырылады. Мұндай жүйелер Snort немесе Suricata сияқты желілік қауіпсіздік құралдарында қолданылады.

Гибриді әдістер бірнеше тәсілді біріктіру арқылы тиімділікті арттырады. Мысалы, машиналық оқыту мен статистикалық талдау әдістерін бірге қолдану арқылы шынайы уақыттағы аномалияларды анықтауға мүмкіндік береді. Гибриді әдістер әсіресе үлкен көлемдегі деректерді өңдеуде және күрделі кибершабуылдарды анықтауда тиімді.

Төмендегі графикте қалыпты және аномальді желілік трафик көрсетілген. Қалыпты трафиктің диапазоны көк аймақпен белгіленген, ал күмәнді трафик қызыл нүктелермен берілген.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»



Сурет 1. Желілік трафиктің қалыпты және аномальді үлгілері

Жоғарыдағы диаграммада қалыпты желілік трафик көк сызықпен көрсетілген, ал күмәнді немесе аномальді трафик қызыл нүктелермен белгіленген. Жасыл сызықтар қалыпты трафиктің шекарасын көрсетеді. Егер трафик осы шектерден шығып кетсе, онда ол аномалия ретінде қарастырылады.

Бұл әдістер желілік қауіпсіздікті қамтамасыз етуге және кибершабуылдардың алдын алуға көмектеседі. Статистикалық талдау және машиналық оқыту әдістерін біріктіру арқылы дәлірек және сенімді аномалияларды анықтау жүйесін құруға болады.

Нәтижелер мен пікірталас

Зерттеу барысында жоғарыда аталған әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды. Статистикалық әдістер нақты уақыттағы талдау үшін қолайлы, себебі олар желілік трафиктің қалыпты үлгілерін анықтап, шекті мәндерден ауытқуларды жылдам тіркей алады. Алайда, бұл әдістер жаңа шабуылдарды анықтауда шектеулі, себебі олар бұрыннан белгілі үлгілерге сүйенеді және шабуыл әдістері өзгерген жағдайда тиімділігі төмендейді. Сонымен қатар, статистикалық тәсілдер жалған оң нәтижелер беруі мүмкін, себебі олар қалыпты жүйелік өзгерістерді де аномалия ретінде қабылдайды.

Машиналық оқыту әдістері үлкен деректер жиынтығын өңдеуге және бұрын белгісіз болған жасырын шабуылдарды анықтауға мүмкіндік береді. Бұл әдістер, әсіресе, аномалияларды анықтау мен үлгілерді тану барысында жоғары дәлдік көрсетеді. Бірақ олардың тиімділігі оқу деректерінің сапасына тәуелді және дұрыс конфигурацияланбаған жағдайда жалған нәтижелер беруі мүмкін. Сонымен қатар, мұндай әдістер үлкен есептеу ресурстарын қажет етеді, әсіресе нақты уақыттағы мониторинг жүйелерінде.

Сигнатуралық әдістер дәстүрлі түрде кеңінен қолданылады, себебі олар белгілі зиянды әрекеттердің қолтаңбаларына негізделеді. Бұл әдістер танылған шабуылдарды жоғары дәлдікпен анықтай алады, сондай-ақ жалған оң нәтижелердің санын азайтады. Дегенмен, олардың басты кемшілігі – белгісіз шабуылдарға қарсы әлсіз болуы. Егер жаңа шабуылдар жүйеде тіркелмесе, оларды бұл әдіспен анықтау мүмкін емес. Осы себепті, сигнатуралық әдістер көбінесе толыққанды қорғаныс үшін басқа тәсілдермен бірге қолданылады.

Гибридті әдістер әртүрлі тәсілдерді біріктіре отырып, ең жоғары тиімділікті қамтамасыз етеді. Олар статистикалық талдау, машиналық оқыту және сигнатуралық әдістердің артықшылықтарын біріктіріп, желідегі күмәнді белсенділікті неғұрлым дәл анықтауға мүмкіндік береді. Гибридті тәсілдер жүйенің қауіпсіздігін арттырып, жалған оң және жалған теріс анықтаулардың санын азайтады. Алайда, мұндай тәсілдерді енгізу күрделі инфрақұрылымды қажет етеді және жүйені үнемі жаңартып отыруды талап етеді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, желілік қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін бір ғана әдісті қолдану жеткіліксіз. Кибершабуылдардың үнемі өзгеріп отыруына байланысты әртүрлі әдістерді

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

үйлестіріп пайдалану қажет. Гибридті тәсілдер желілік трафикті тиімді талдап, қалыптан тыс әрекеттерді жылдам анықтауға мүмкіндік береді. Болашақта жасанды интеллект пен үлкен деректерді өңдеу технологияларын кеңінен қолдану арқылы желілік аномалияларды анықтау жүйелерінің тиімділігін одан әрі арттыруға болады.

Қорытынды

Желілік қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін ауытқуларды анықтау әдістерін жетілдіру маңызды. Зерттеу көрсеткендей, машиналық оқыту және гибридті әдістер желідегі қауіптерді тиімді анықтауға мүмкіндік береді. Бұл әдістер үлкен деректерді өңдеуге, шабуылдарды ерте кезеңде анықтауға және жалған оң нәтижелердің санын азайтуға көмектеседі. Болашақта алгоритмдердің өнімділігін арттыру және нақты уақыттағы өңдеуді жақсарту үшін жаңа тәсілдерді қолдану қажет. Жасанды интеллект және терең нейрондық желілерді пайдалану арқылы күрделі шабуыл үлгілерін жылдам анықтауға және оларды алдын ала болжауға болады. Сонымен қатар, машиналық оқыту модельдерін үнемі жаңартып, шабуылдардың эволюциясына бейімдеу маңызды.

Үлкен деректерді өңдеу технологияларын жетілдіру арқылы желілік трафикті жылдам талдау мүмкіндігі артады. Бұлттық есептеулер мен үлестірілген жүйелерді қолдану арқылы жүктемені азайтып, деректерді өңдеу уақытын қысқартуға болады. Бақылаусыз оқыту әдістерін кеңінен енгізу арқылы белгісіз шабуылдарды анықтау тиімділігі артады, ал күшейтілген оқыту әдістерін қолдану шабуылдарға қарсы динамикалық жауап қайтару мүмкіндігін жақсартады.

Киберқауіпсіздікті қамтамасыз етуде блокчейн және криптографиялық әдістердің рөлі артып келеді. Блокчейн технологиясы арқылы желілік жазбалардың өзгертілмейтіндігін қамтамасыз етуге болады, ал гомоморфтық шифрлау деректерді қорғап, жүйенің қауіпсіздігін арттырады.

Желілік аномалияларды анықтау жүйелерінің тиімділігін арттыру үшін көпфакторлы талдау әдістерін енгізу маңызды. Желідегі әртүрлі параметрлерді, соның ішінде құрылғылардың мінез-құлық үлгілерін, қолданушы әрекеттерін және трафик статистикасын бір мезгілде талдау арқылы шабуылдарды дәлірек анықтауға болады.

Желілік қауіпсіздікті күшейту үшін автономды өзін-өзі оқытатын жүйелерді дамыту да маңызды бағыт болып табылады. Мұндай жүйелер шабуылдарды анықтап қана қоймай, олардан қорғану стратегияларын да автоматты түрде бейімдей алады. Бұл жүйелерге жасанды интеллект және машиналық оқыту технологияларын біріктіру арқылы желілік инфрақұрылымның қауіпсіздігін жоғарылатуға болады. Жалпы, киберқауіптердің үнемі өзгеріп отыруына байланысты желілік аномалияларды анықтау әдістерін жетілдіру тоқтаусыз процесс болып табылады. Жаңа технологияларды енгізу, тиімді алгоритмдерді дамыту және жүйелерді үздіксіз жаңарту арқылы желілік қауіпсіздікті жоғары деңгейде ұстап тұруға болады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Chandola, V., Banerjee, A., and Kumar, V. (2009) Anomaly detection: A survey. ACM Computing Surveys (CSUR), 41, 15:158.
- 2 Ahmed M, Mahmood A N, Hu J. A Survey of Network Anomaly Detection Techniques[J]. Journal of Network and Computer Applications, 2015, 60:19-31.
- 3 Yu W, Aggarwal CC, Ma S, Wang H. On anomalous hotspot discovery in graph streams. In: Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Data Mining (ICDM), Dallas, TX, 2013.
- 4 Ide, T. and Kashima, H., Eigenspace-Based Anomaly Detection in Computer Systems, ACM SIGKDD 2004, pp.440-449.
- 5 Eslami M, Zheng G, Eramian H, et al. Anomaly detection on bipartite graphs for cyber situational awareness and threat detection[C]// 2017 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). IEEE, 2017.
- 6 ISCXIDS2012[OL].<https://www.unb.ca/cic/datasets/ids.html> Canadian Institute for Cybersecurity.
- 7 Denning, D. E. (1987). An Intrusion-Detection Model. IEEE Transactions on Software Engineering.
- 8 Lakhina, A., Crovella, M., & Diot, C. (2004). Diagnosing Network-Wide Traffic Anomalies. ACM SIGCOMM.
- 9 Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly Detection: A Survey. ACM Computing

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Surveys.

10 Sommer, R., & Paxson, V. (2010). Outside the Closed World: On Using Machine Learning for Network Intrusion Detection. IEEE Symposium on Security and Privacy.

А.Д. Тайсагатов

Эффективные алгоритмы обнаружения аномалий в компьютерных сетях

В данной статье рассматриваются эффективные алгоритмы, используемые для обнаружения аномалий в компьютерных сетях. Аномальные изменения в сетевом трафике могут влиять на безопасность системы, поэтому своевременное обнаружение аномалий важно. В исследовании анализируются методы машинного обучения, статистического анализа и техники, основанные на сигнатурах. На основе полученных результатов оценивается эффективность различных методов и рассматриваются возможности их применения.

Ключевые слова: Компьютерные сети, обнаружение аномалий, машинное обучение, статистический анализ, безопасность сети.

A.D. Taisagatov

Effective Algorithms for Detecting Anomalies in Computer Networks

This article examines the effective algorithms used for detecting anomalies in computer networks. Abnormal changes in network traffic can impact the security of the system, so timely detection of anomalies is important. The study analyzes machine learning methods, statistical analysis, and signature-based techniques. Based on the obtained results, the effectiveness of different methods is evaluated, and their application possibilities are considered.

Key words: Computer networks, anomaly detection, machine learning, statistical analysis, network security.

References

- 1 Chandola, V., Banerjee, A., and Kumar, V. (2009) Anomaly detection: A survey. ACM Computing Surveys (CSUR), 41, 15:158.
- 2 Ahmed M, Mahmood A N, Hu J. A Survey of Network Anomaly Detection Techniques[J]. Journal of Network and Computer Applications, 2015, 60:19-31.
- 3 Yu W, Aggarwal CC, Ma S, Wang H. On anomalous hotspot discovery in graph streams. In: Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Data Mining (ICDM), Dallas, TX, 2013.
- 4 Ide, T. and Kashima, H., Eigenspace-Based Anomaly Detection in Computer Systems, ACM SIGKDD 2004, pp.440-449.
- 5 Eslami M, Zheng G, Eramian H, et al. Anomaly detection on bipartite graphs for cyber situational awareness and threat detection[C]// 2017 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). IEEE, 2017.
- 11 ISCXIDS2012)[OL].<https://www.unb.ca/cic/datasets/ids.html> Canadian Institute for Cybersecurity.
- 12 Denning, D. E. (1987). An Intrusion-Detection Model. IEEE Transactions on Software Engineering.
- 13 Lakhina, A., Crovella, M., & Diot, C. (2004). Diagnosing Network-Wide Traffic Anomalies. ACM SIGCOMM.
- 14 Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly Detection: A Survey. ACM Computing Surveys.
- 15 Sommer, R., & Paxson, V. (2010). Outside the Closed World: On Using Machine Learning for Network Intrusion Detection. IEEE Symposium on Security and Privacy.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

МРНТИ 681.3
УДК 004.272

[DOI: 10.4411/s00259-019-346](https://doi.org/10.4411/s00259-019-346)

Ю.С. Клопов

*Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
(E-mail: yu.klopov@ttu.edu.kz)*

Будущее квантовых вычислений

Квантовые вычисления представляют собой революционную технологию, способную изменить подход к решению сложных задач, которые традиционные компьютеры не могут эффективно обработать. Эта работа исследует будущее квантовых вычислений, рассматривая текущие достижения в этой области, потенциал для коммерческого применения и вызовы, с которыми сталкиваются ученые и разработчики. Особое внимание уделяется перспективам использования квантовых компьютеров в таких сферах, как криптография, моделирование молекул для разработки новых лекарств и оптимизация сложных систем. Анализируются также потенциальные этические и социальные последствия широкого внедрения квантовых технологий, включая вопросы безопасности данных и неравенства в доступе к новым технологиям. Исследование подчеркивает важность дальнейших исследований и сотрудничества между правительством, научным сообществом и промышленностью для реализации полного потенциала квантовых вычислений.

Ключевые слова: Квантовые вычисления, искусственный интеллект, криптография, моделирование молекул, оптимизация, этические аспекты технологий, социальные последствия, безопасность данных, инновации, будущее технологий.

Введение

Квантовые вычисления представляют собой одно из самых перспективных направлений в области информационных технологий, открывая новые горизонты для решения задач, которые традиционные компьютеры не в состоянии эффективно обработать. В отличие от классических вычислительных систем, использующих двоичные биты, квантовые компьютеры применяют кубиты, которые могут находиться в состоянии суперпозиции. Это позволяет им выполнять множество вычислений одновременно, что значительно увеличивает их вычислительную мощность.

С момента появления первых квантовых алгоритмов, таких как алгоритм Шора для факторизации чисел и алгоритм Гровера для поиска в неупорядоченных данных, интерес к квантовым вычислениям стремительно возрос. Сегодня крупные технологические компании, исследовательские лаборатории и государственные институты активно инвестируют в исследования и разработки в этой области. Однако, несмотря на значительные достижения, квантовые вычисления все еще находятся на ранней стадии своего развития, и перед ними стоят множество вызовов.

Среди ключевых направлений применения квантовых технологий можно выделить криптографию, где квантовые компьютеры могут угрожать традиционным методам шифрования, а также моделирование молекул, что может привести к значительному прогрессу в области фармацевтики и материаловедения. Тем не менее, с широким внедрением квантовых технологий возникают также этические и социальные вопросы, требующие внимательного рассмотрения.

Данная статья направлена на исследование будущего квантовых вычислений, их потенциала и применения, а также анализ вызовов и последствий, связанных с развитием этой революционной технологии. Важно понять, как квантовые вычисления могут повлиять на различные сферы человеческой деятельности и как обеспечить их безопасное и этическое использование в будущем.

На сегодняшний день квантовые вычисления достигли значительных успехов благодаря ряду ключевых инициатив, включая развитие квантовых процессоров, алгоритмов и технологий коррекции

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

ошибок. Лидирующие компании, такие как IBM, Google и Microsoft, активно работают над созданием квантовых систем, способных выполнять сложные вычисления. Например, IBM представила свою платформу IBM Quantum Experience, которая предоставляет доступ к квантовым компьютерам через облако и позволяет исследователям и разработчикам экспериментировать с квантовыми алгоритмами.

Методы и материалы

Квантовые алгоритмы, такие как алгоритм Шора и алгоритм Гровера, продемонстрировали потенциал квантовых вычислений в решении задач, которые имеют значительное практическое значение. Алгоритм Шора, в частности, может разложить большие числа на простые множители за полиномиальное время, что угрожает безопасности современных систем шифрования. В то же время алгоритм Гровера предлагает возможность ускорить поиск в неупорядоченных базах данных, что открывает новые перспективы для обработки больших объемов информации.

Одним из наиболее многообещающих направлений использования квантовых технологий является криптография. Квантовые компьютеры способны нарушить основы текущих методов шифрования, что вызывает необходимость разработки новых подходов к защите данных. В ответ на эту угрозу активно исследуются квантовые методы шифрования, такие как квантовая криптография, которые используют принципы квантовой механики для обеспечения безопасности передачи информации.

Другим важным направлением является моделирование молекул и химических процессов. Квантовые компьютеры способны точно моделировать взаимодействия на атомном уровне, что может привести к значительным прорывам в области разработки новых лекарств, материалов и катализаторов. Это может ускорить процесс исследований и сократить время, необходимое для вывода новых продуктов на рынок.

Вызовы и перспективы

Несмотря на очевидные преимущества, развитие квантовых вычислений сталкивается с рядом вызовов. Текущие квантовые системы подвержены шуму и ошибкам, что ограничивает их производительность и надежность. Кроме того, создание масштабируемых квантовых компьютеров остается значительной технической задачей.

Этические и социальные последствия широкого внедрения квантовых технологий также требуют тщательного анализа. Неравенство в доступе к квантовым вычислениям может усугубить существующие социальные и экономические различия. Важно разработать стратегии, которые обеспечат равный доступ к новым технологиям и минимизируют потенциальные риски.

Будущее квантовых вычислений обещает быть ярким и многогранным. Эта технология может привести к революции в различных отраслях, включая медицину, финансы и искусственный интеллект. Тем не менее, для реализации полного потенциала квантовых вычислений необходимо преодолеть существующие вызовы и учитывать этические аспекты. Только через совместные усилия научного сообщества, промышленности и правительств можно будет гарантировать, что квантовые технологии будут использованы во благо общества.

Пример: Разработка новых лекарств с помощью квантовых вычислений

Разработка новых лекарств — это сложный и длительный процесс, который требует значительных ресурсов и времени. Традиционные методы моделирования молекул и взаимодействий между ними ограничены в своих возможностях, особенно когда речь идет о сложных биохимических системах. Здесь квантовые вычисления могут сыграть ключевую роль.

Потенциал квантовых вычислений

Квантовые компьютеры могут моделировать поведение молекул на уровне атомов, учитывая квантовые эффекты, которые традиционные компьютеры не могут учесть. Например, при поиске новых препаратов для лечения рака исследователи могут использовать квантовые алгоритмы для точного моделирования взаимодействий между лекарственными молекулами и мишенями в клетках.

Пример алгоритма

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Одним из квантовых алгоритмов, который может быть использован в этой области, является алгоритм VQE (Variational Quantum Eigensolver). Этот алгоритм позволяет находить низкие энергетические состояния молекул, что является критически важным для понимания их химических свойств и реакционной способности. Используя VQE, исследователи могут быстро оценить, какие молекулы имеют наибольший потенциал для разработки эффективных лекарств. На рисунке 1 представлен алгоритм VQE (Variational Quantum Eigensolver).

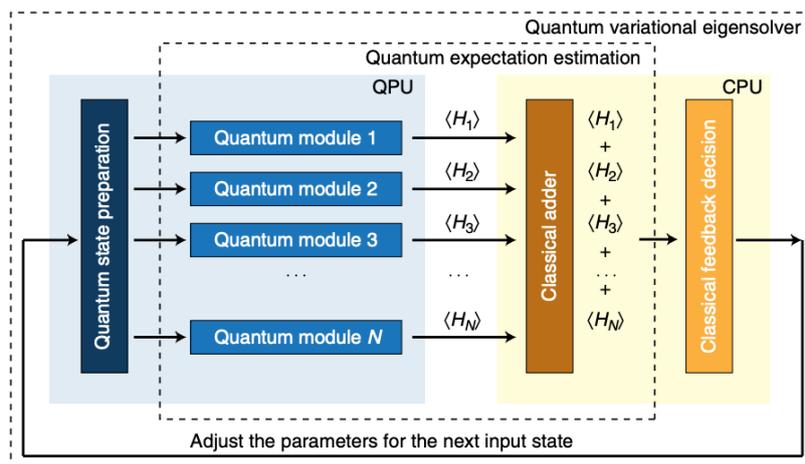


Рисунок 1. Алгоритм VQE (Variational Quantum Eigensolver)

Результаты и обсуждение

Предположим, исследовательская группа использует квантовые вычисления для анализа новой молекулы, которая потенциально может блокировать рост раковых клеток. С помощью квантового моделирования они могут быстро протестировать тысячи различных молекул, оценивая их взаимодействия с мишенями в раковых клетках. Это позволяет значительно сократить время и затраты на разработку новых лекарств.

Выводы

Будущее квантовых вычислений представляет собой захватывающую и многообещающую область, способную произвести революцию в различных отраслях, от медицины до финансов, и изменить наши представления о возможностях вычислений. С развитием квантовых технологий возникает новый парадигмальный сдвиг, который может коренным образом изменить подходы к решению сложных задач и оптимизации процессов.

Несмотря на текущие достижения, квантовые вычисления все еще находятся на ранних стадиях своего развития. Исследования показывают, что квантовые компьютеры могут выполнять задачи, которые являются непосильными для классических вычислительных систем. Примеры использования квантовых технологий в криптографии, моделировании молекул, оптимизации логистики и машинном обучении подчеркивают их огромный потенциал. Однако для того чтобы эти технологии стали более доступными и эффективными, необходимо преодолеть несколько значительных препятствий.

Во-первых, создание надежных и масштабируемых квантовых систем является одной из главных задач, стоящих перед учеными и инженерами. Текущие системы подвержены шуму и ошибкам, что ограничивает их производительность. Разработка методов коррекции ошибок и улучшение устойчивости квантовых устройств к внешним воздействиям будут иметь критическое значение для их широкого применения.

Во-вторых, необходимо учитывать этические и социальные последствия внедрения квантовых технологий. Квантовые вычисления могут угрожать безопасности данных, поставив под сомнение существующие методы шифрования и защиты информации. Это требует разработки новых,

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

безопасных методов шифрования, а также активного сотрудничества между исследователями, правительствами и частным сектором для обеспечения безопасного использования этих технологий.

Также важно учитывать вопросы доступности. Если квантовые вычисления станут недоступными для широкого круга пользователей, это может привести к увеличению неравенства в доступе к технологиям. Поэтому необходимо разрабатывать стратегию, которая обеспечит равный доступ к квантовым технологиям для всех стран и регионов, особенно для развивающихся стран, где такие возможности могут иметь огромный положительный эффект на экономическое развитие.

И, наконец, следует отметить важность междисциплинарного подхода в области квантовых вычислений. Сотрудничество между учеными, инженерами, бизнесменами и политиками может значительно ускорить процесс внедрения квантовых технологий в практику и их интеграцию в повседневную жизнь. Это сотрудничество будет способствовать развитию образовательных программ и исследовательских инициатив, которые подготовят новое поколение специалистов, способных эффективно использовать квантовые вычисления.

В заключение, будущее квантовых вычислений открывает широкие горизонты возможностей, но также требует внимательного подхода к решению возникающих вызовов. Реализация полного потенциала этой технологии может изменить не только научный и технологический ландшафт, но и всю нашу жизнь. При условии, что мы сможем преодолеть существующие препятствия и обеспечить этическое и безопасное использование квантовых технологий, мы можем ожидать значительных изменений в том, как мы взаимодействуем с информацией, принимаем решения и решаем сложные задачи. Квантовые вычисления обладают потенциалом, который, возможно, не имеет аналогов в истории вычислительной техники, и только время покажет, как именно они повлияют на наше будущее.

Список литературы

1. Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge University Press.
2. Preskill, J. (2018). Quantum Computing in the NISQ era and beyond. *Quantum*, 2, 79.
3. Arute, F., Arya, K., Babbush, R., Bacon, D., Bardin, J. C., Barends, R., & Martinis, J. M. (2019). Quantum supremacy using a programmable superconducting processor. *Nature*, 574(7779), 505-510.
4. Kjaergaard, M., Schwartz, M. D., Braumüller, J., & Gambetta, J. M. (2020). Superconducting Qubits: Current State of Play. *Annual Review of Condensed Matter Physics*, 11(1), 369-395.
5. Shor, P. W. (1994). Algorithms for Quantum Computation: Discrete Logarithms and Factoring. In *Proceedings of the 35th Annual ACM Symposium on Theory of Computing* (pp. 124-134).
6. Grover, L. K. (1996). A fast quantum mechanical algorithm for database search. *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Theory of Computing*, 212-219.

Ю.С. Клопов

Кванттық есептеулердің болашағы

Кванттық есептеу - дәстүрлі компьютерлер тиімді өңдей алмайтын күрделі мәселелерді шешу тәсілін өзгертуге әлеуеті бар революциялық технология. Бұл жұмыс кванттық есептеулердің болашағын зерттейді, осы саладағы ағымдағы жетістіктерге, коммерциялық қосымшалардың әлеуетіне, ғалымдар мен әзірлеушілердің алдында тұрған сынтетеуіңдерге қарайды. Криптография, жаңа препараттарды әзірлеуге арналған молекулаларды модельдеу және күрделі жүйелерді оңтайландыру сияқты салаларда кванттық компьютерлерді пайдалану перспективаларына ерекше назар аударылады. Ол сондай-ақ кванттық технологияларды кеңінен қабылдаудың ықтимал этикалық және сословиелік салдарын, оның ішінде деректердің қауіпсіздігі және жаңа технологияларға қол жеткізудегі теңсіздік мәселелерін зерттейді. Зерттеу кванттық есептеулердің толық әлеуетін іске асыру үшін үкімет, академия, өнеркәсіп арасындағы одан арғы зерттеулер мен ынтымақтастықтың маңыздылығын көрсетеді.

Раздел 3. «IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника»

Түйін сөздер: Кванттық есептеу, жасанды интеллект, криптография, молекулярлық модельдеу, оңтайландыру, технологиялардың этикалық аспектілері, әлеуметтік салдары, деректер қауіпсіздігі, инновациялар, технологиялардың болашағы

Y.S. Klopov

The Future of Quantum Computing

Quantum computing represents a revolutionary technology capable of transforming the approach to solving complex problems that traditional computers cannot efficiently handle. This work explores the future of quantum computing by examining current achievements in the field, its potential for commercial applications, and the challenges faced by researchers and developers. Special attention is given to the prospects of utilizing quantum computers in areas such as cryptography, molecular modeling for drug development, and optimization of complex systems. The study also analyzes the potential ethical and social implications of the widespread adoption of quantum technologies, including data security issues and inequalities in access to new technologies. The research emphasizes the importance of further investigation and collaboration among government, academia, and industry to realize the full potential of quantum computing.

Key words: Quantum computing, artificial intelligence, cryptography, molecular modeling, optimization, ethical aspects of technology, social implications, data security, innovation, future of technology.

References

1. Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge University Press.
2. Preskill, J. (2018). Quantum Computing in the NISQ era and beyond. *Quantum*, 2, 79.
3. Arute, F., Arya, K., Babbush, R., Bacon, D., Bardin, J. C., Barends, R., & Martinis, J. M. (2019). Quantum supremacy using a programmable superconducting processor. *Nature*, 574(7779), 505-510.
4. Kjaergaard, M., Schwartz, M. D., Braumüller, J., & Gambetta, J. M. (2020). Superconducting Qubits: Current State of Play. *Annual Review of Condensed Matter Physics*, 11(1), 369-395.
5. Shor, P. W. (1994). Algorithms for Quantum Computation: Discrete Logarithms and Factoring. In *Proceedings of the 35th Annual ACM Symposium on Theory of Computing* (pp. 124-134).
6. Grover, L. K. (1996). A fast quantum mechanical algorithm for database search. *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Theory of Computing*, 212-219.

Раздел 4

**Экономика.
Общеобразовательные,
социально-
гуманитарные и
фундаментальные
дисциплины**

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

МРНТИ 33.01.11.01
УДК: 336.77:658.15

[DOI: 10.4411/s029-019-360](https://doi.org/10.4411/s029-019-360)

А.С. Халыков

*Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
(E-mail: a.khalykov@tntu.edu.kz)*

Криптовалюты и их влияние на глобальную финансовую систему

Криптовалюты представляют собой новую форму цифровых активов, которые оказывают значительное влияние на глобальную финансовую систему. Эта работа исследует особенности и динамику развития криптовалют, такие как биткойн, эфириум и другие альткойны, а также их воздействие на традиционные финансовые институты и денежно-кредитные системы. В статье рассматриваются ключевые преимущества криптовалют, включая децентрализацию, скорость транзакций и возможность снижения издержек. Особое внимание уделяется вызовам, связанным с безопасностью, регуляцией и волатильностью. Анализируется также влияние криптовалют на финансовую стабильность, включая возможные риски для банковской системы и влияние на денежно-кредитную политику. Наконец, статья рассматривает перспективы развития криптовалют в контексте глобальных финансовых трендов и внедрения цифровых валют центральными банками. Исследование подчеркивает необходимость создания адекватной правовой и регуляторной базы для интеграции криптовалют в финансовую систему, а также роль инновационных технологий в формировании будущего финансовых операций.

Ключевые слова: Криптовалюты, глобальная финансовая система, биткойн, эфириум, децентрализация, безопасность, регуляция, волатильность, финансовая стабильность, цифровые валюты, денежно-кредитная политика, инновационные технологии.

Введение

Криптовалюты, возникшие в результате развития технологии блокчейн, представляют собой уникальный и значимый элемент современного финансового мира. С момента появления первого биткойна в 2009 году этот рынок продемонстрировал стремительный рост и привлек внимание как индивидуальных инвесторов, так и институциональных игроков. Криптовалюты предлагают новые возможности для проведения финансовых операций, упрощая международные переводы, снижая транзакционные издержки и обеспечивая доступ к финансовым услугам для широкого круга пользователей.

Однако с ростом популярности криптовалют возникли и значительные вызовы. Высокая волатильность, недостаточная регуляция и вопросы безопасности вызывают озабоченность как у регуляторов, так и у пользователей. Эти факторы ставят под сомнение устойчивость криптовалют как класса активов и их роль в традиционной финансовой системе.

Криптовалюты оказывают все более заметное влияние на глобальную финансовую систему, представляя, как возможности, так и риски. С одной стороны, они могут улучшить доступ к финансовым услугам, снизить издержки и повысить эффективность транзакций. С другой стороны, высокая волатильность, вопросы безопасности и отсутствие четкой регуляторной базы могут представлять угрозу финансовой стабильности.

Необходимость интеграции криптовалют в существующую финансовую систему требует разработки адекватной правовой и регуляторной базы. Центральные банки и финансовые учреждения должны найти баланс между инновациями и обеспечением стабильности, что сделает возможным дальнейшее развитие криптовалют и их применение в повседневной жизни.

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

Криптовалюты, безусловно, стали неотъемлемой частью современного финансового ландшафта, и их влияние будет только расти в будущем. Инновационные технологии и новые подходы к регулированию помогут сформировать финансовую систему.

Методы и материалы

Правовой ландшафт, окружающий криптовалюты, претерпевает постоянные изменения. Например, Европейский Союз ведет активную работу над регулятивным пакетом MiCA (Рынки Крипто-Активов), который направлен на регулирование рынка криптоактивов в целях повышения прозрачности сделок и защиты прав инвесторов. Однако разнообразие законов и налоговых правил в разных странах продолжает порождать юридические неопределенности, препятствующие всемирному признанию и использованию криптовалют.

В США введено налогообложение для всех операций с криптовалютами. Италия может похвастаться тем, что в ней расположено более 15% всех мировых торговых точек, принимающих Биткоин. В Канаде, несмотря на отсутствие официального статуса валюты для криптовалют, разрешено использование Биткоина как средства платежа для товаров и услуг. На Филиппинах криптоактивы признаны финансовыми инструментами. Мальта рассматривает криптовалюты как законный инструмент рынка. Сальвадор стал первой страной в мире, принявшей статус «крипто-государства», что способствовало увеличению притока иностранных инвестиций. По данным Forbes, Япония активно пропагандирует использование криптовалют, и это делает ее одной из ведущих стран по использованию Биткойна.

С началом 2024 года мир криптовалют демонстрирует заметное укрепление после серии колебаний стоимости, которые в прошлом вызывали оживленные дискуссии среди участников рынка. Общая рыночная капитализация криптовалют достигла значительных объемов, подтверждая усиливающееся доверие со стороны инвесторов и признание криптовалют как важного инструмента для разнообразия инвестиционных стратегий. При этом, кроме устойчивого интереса к ведущим валютам, таким как Биткойн и Эфириум, виден рост интереса к новым монетам и токенам, предлагающим новаторские решения и практическое применение своих технологий.

Помимо прочего, расширяется аудитория криптовалют благодаря сотрудничеству с такими компаниями, как PayPal и MasterCard, что делает транзакции доступнее для все большего круга людей. Криптовалюты, выходя за рамки инвестиционного актива, показывают потенциал к коренному изменению платежных систем, значительно уменьшая затраты и временные интервалы при осуществлении международных переводов.

Инновационные технологии стоят в авангарде развития рынка цифровых активов. Совершенствование блокчейн-технологии, повышение ее масштабируемости и скорости транзакций, вместе с разработкой платформ для создания децентрализованных приложений (DApps) и финансовых услуг (DeFi), стимулируют всё больший интерес к криптовалютам как эффективному инструменту для инвестирования и регулярных финансовых операций.

В 2024 года, криптовалютный рынок демонстрирует зрелость, постепенно перемещаясь от преимущественно спекулятивных инвестиций к стабильному и технологически обогащенному сектору. Вопреки вызовам, связанным с глобальными экономическими изменениями и регулированием, перспективы криптовалют остаются обнадеживающими и открывают двери для новых технологических и экономических достижений в обозримом будущем.

Основные виды криптовалют

- Биткойн (Bitcoin — BTC), созданный в 2009 году Сатоши Накамото, является первой и самой известной криптовалютой. Он служит как цифровое средство обмена и инвестирования, широко используется в разных странах для оплаты товаров и услуг.
- Эфириум (Ethereum — ETH) — платформа для смарт-контрактов и децентрализованных приложений (DApps). Его токен получил название эфир (ETH).
- Риппл (Ripple — XRP) создан для обеспечения быстрых и недорогих международных транзакций и служит в качестве системы платежей для банков.
- Лайткойн (Litecoin — LTC) разработан как более быстрая и легкая альтернатива биткойну. Он использует алгоритм хэширования Scrypt.

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

- Кардано (Cardano — ADA) стремится создать более безопасную и устойчивую платформу для смарт-контрактов и DApps, обеспечивает высокий уровень безопасности.
- Полка (Polkadot — DOT) создана для взаимодействия между разными блокчейнами, позволяя им обмениваться данными и функциональностью.
- Бинанс Коин (Binance Coin — BNB) используется для оплаты различных услуг и транзакций в экосистеме Binance.
- Криптодоллары (Stablecoins) привязаны к стоимости традиционных валют (например, доллара США), чтобы избежать волатильности.
- Тетер (Tether — USDT) — стабильная монета, привязывается к стоимости доллара США. Он часто используется для сохранения стоимости в условиях высокой волатильности криптовалют.



Рисунок 1. Регулирование криптовалют в разных странах *Источник: trading.biz*

Исследование влияния криптовалют и способы регулирования в разных странах:

- В США регулирование криптовалют отличается в зависимости от штата. Некоторые штаты создали свои законы, в то время как на федеральном уровне действуют регулирующие органы, такие как SEC (Комиссия по ценным бумагам и биржам) и CFTC (Комиссия по торговле товарными фьючерсами).
- Китай ввел запрет на ICO в 2017 году и закрыл криптовалютные биржи. С 2021 года действует полный запрет на торговлю и обмены. В это же время государство занято разработкой собственной цифровой валюты.
- Япония признает криптовалюты законным средством платежа. В стране действует закон о финансовых услугах, регулирующий криптовалютные биржи.
- Швейцария известна либеральным отношением, которое способствует развитию криптовалютных и блокчейн-проектов.
- Сингапур стремится создать благоприятное регулирование для индустрии криптовалют. Местные компании и стартапы могут получить лицензии для обмена криптовалют и предоставления цифровых услуг.
- Канада регулирует криптовалюты на уровне провинций и территорий. Отдельные провинции разрабатывают свои собственные правила и лицензирование для криптоориентированных компаний.

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

• В Европейском союзе в разных странах действуют разные подходы к регулированию. Некоторые страны разрабатывают свои собственные нормативы, в то время как Еврокомиссия предоставляет общие стандарты.

Криптовалюты известны высокой волатильностью цен, которая не характерна для других активов. Это создает риск для инвесторов, так как стоимость монет может значительно изменяться в короткие периоды времени.

Многие страны все еще разрабатывают или не имеют четкого регулирования в отношении криптовалют. Это может привести к мошенническим действиям, отмыванию денег и другим преступлениям. Криптовалюты подвергаются угрозам безопасности, таким как хакерские атаки на криптобиржи и кошельки, что приводит к безвозвратной потере для пользователей.



Источник: https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2023/html/ecb.sp230623_1~80751450e6.en.html

Рисунок 2. Волатильность цен криптовалюты по сравнению с другими активами

Другие риски:

— Некоторые криптовалюты и ICO могут нарушать законы о ценных бумагах и регулирование рынков, что создает юридические риски для участников.

— Блокчейн и криптовалюты зависят от технологий, и технические проблемы влияют на стабильность и целостность сети.

— Пользователи могут потерять доступ к своим криптовалютным кошелькам или забыть свои пароли, что приводит к безвозвратной потере средств.

— Рынок ICO (Initial Coin Offerings) подвержен риску мошенничества и неудачных инвестиций, так как не все проекты являются легитимными или успешными.

— Взаимодействие криптовалют с традиционной финансовой системой часто приводит к вызовам и сопротивлению со стороны регуляторов и банков.

Результаты и обсуждение

Криптовалюты стали важным элементом глобальной финансовой системы, изменив традиционные представления о деньгах и финансовых операциях. Их децентрализованный характер, высокая скорость транзакций и потенциальное снижение издержек предоставляют уникальные

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

возможности для пользователей и инвесторов, расширяя доступ к финансовым услугам. Однако с этими преимуществами также связаны значительные риски, включая высокую волатильность, проблемы с безопасностью и недостаточную регуляцию, которые могут угрожать финансовой стабильности.

В современных условиях криптовалюты оказывают влияние на традиционные финансовые институты, заставляя их адаптироваться к новым реалиям. Банкноты и электронные деньги, выпускаемые центральными банками, начинают конкурировать с криптовалютами, что может привести к изменению структуры финансовых систем. При этом необходимо разработать адекватные правовые и регуляторные механизмы для обеспечения безопасности и защиты потребителей, а также для снижения потенциальных рисков, связанных с использованием криптовалют.

Перспективы дальнейшего развития криптовалют во многом зависят от способности правительств и финансовых регуляторов создать среду, в которой инновации могут процветать, не ставя под угрозу экономическую стабильность. Это требует сотрудничества между государственными органами, финансовыми учреждениями и представителями криптоиндустрии для формирования новых стандартов и практик.

В заключение, криптовалюты имеют потенциал значительно изменить глобальную финансовую систему, но для этого необходимо осознанное и взвешенное отношение к их регуляции и внедрению. Их успешная интеграция в существующую финансовую систему может привести к созданию более эффективного, инклюзивного и устойчивого финансового будущего.

Список литературы

- 1 Глазьев С. Ю. (2021). Криптовалюты: проблемы и перспективы. Научные записки Института экономических стратегий.
- 2 Синельников, А. А. (2020). Финансовые технологии и криптовалюты в современном мире. Журнал «Финансовая аналитика: проблемы и решения».
- 3 Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. (2008). Bitcoin Whitepaper.
- 4 Кузнецов, В. В. (2021). Рынок криптовалют: текущее состояние и прогнозы. Вестник финансовых исследований.
- 5 Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and Cryptocurrency Technologies. Princeton University Press.
- 6 Овчинников, А. (2021). Влияние криптовалют на финансовые рынки: аналитический обзор. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогнозы.
- 7 Ширяев, Д. В. (2020). Криптовалюты как новый класс активов: риски и возможности. Экономический журнал.
- 8 Zohar, A. (2015). Bitcoin: under the hood. Communications of the ACM.
- 9 Лавров, Н. (2021). Регулирование криптовалют в России: вызовы и перспективы. Журнал «Финансовая политика».

А.С. Халыков

Криптовалюталар және олардың жаһандық қаржы жүйесіне әсері

Криптовалюталар жаһандық қаржы жүйесіне айтарлықтай әсер ететін жаңа сандық активтер түрін білдіреді. Бұл жұмыс криптовалюталардың, мысалы, биткойн, эфириум және басқа альткойндардың ерекшеліктері мен даму динамикасын, сондай-ақ олардың дәстүрлі қаржы институттарына және ақша-несие жүйелеріне әсерін зерттейді. Мақалада криптовалюталардың негізгі артықшылықтары, соның ішінде орталықсыздандыру, транзакциялар жылдамдығы және шығындарды азайту мүмкіндігі қарастырылады. Қауіпсіздікке, реттеуге және тұрақсыздыққа байланысты мәселелерге ерекше назар аударылады. Банктік жүйеге ықтимал тәуекелдерді және ақша-несие саясатына әсерді қоса алғанда, қаржылық тұрақтылыққа криптовалюталардың әсері де талданады. Ақырында, мақала криптовалюталардың жаһандық қаржылық тенденциялар контекстінде және

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

орталық банктердің цифрлық валюталарды енгізу перспективаларын қарастырады. Зерттеу криптовалюталарды қаржы жүйесіне біріктіруге арналған тиісті құқықтық және реттеуші негіздерді құрудың қажеттілігін, сондай-ақ болашақтағы қаржы операцияларын қалыптастырудағы инновациялық технологиялардың рөлін атап көрсетеді.

Түйінді сөздер: Криптовалюталар, жаһандық қаржы жүйесі, биткойн, эфириум, орталықсыздандыру, қауіпсіздік, реттеу, тұрақсыздық, қаржылық тұрақтылық, цифрлық валюталар, ақша-несие саясаты, инновациялық технологиялар.

A.S. Khalykov

Cryptocurrencies and their impact on the global financial system

Cryptocurrencies represent a new form of digital assets that significantly impact the global financial system. This work explores the features and dynamics of cryptocurrency development, such as Bitcoin, Ethereum, and other altcoins, as well as their impact on traditional financial institutions and monetary systems. The article discusses key advantages of cryptocurrencies, including decentralization, transaction speed, and the potential for cost reduction. Special attention is given to challenges related to security, regulation, and volatility. The influence of cryptocurrencies on financial stability is also analyzed, including potential risks to the banking system and their impact on monetary policy. Finally, the article examines the prospects for cryptocurrency development in the context of global financial trends and the introduction of central bank digital currencies. The study emphasizes the necessity of creating an adequate legal and regulatory framework for integrating cryptocurrencies into the financial system, as well as the role of innovative technologies in shaping the future of financial transactions.

Key words: Cryptocurrencies, global financial system, Bitcoin, Ethereum, decentralization, security, regulation, volatility, financial stability, digital currencies, monetary policy, innovative technologies.

References

- 1 Glazyev, S. Y. (2021). Cryptocurrencies: Problems and Prospects. Scientific Notes of the Institute of Economic Strategies.
- 2 Sinelnikov, A. A. (2020). Financial Technologies and Cryptocurrencies in the Modern World. Journal «Financial Analytics: Problems and Solutions».
- 3 Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. (2008). Bitcoin Whitepaper.
- 4 Kuznetsov, V. V. (2021). Cryptocurrency Market: Current State and Forecasts. Bulletin of Financial Research.
- 5 Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and Cryptocurrency Technologies. Princeton University Press.
- 6 Ovchinnikov, A. (2021). Impact of Cryptocurrencies on Financial Markets: Analytical Review. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecasts.
- 7 Shiryaev, D. V. (2020). Cryptocurrencies as a New Asset Class: Risks and Opportunities. Economic Journal.
- 8 Zohar, A. (2015). Bitcoin: under the hood. Communications of the ACM.
- 9 Lavrov, N. (2021). Regulation of Cryptocurrencies in Russia: Challenges and Prospects. Journal «Financial Policy».

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

GTAMP 29.35.01
ЭОЖ: 530.1

[DOI: 10.4411/s005-019-351](https://doi.org/10.4411/s005-019-351)

Г.А. Шаяхметова, А.Р. Карипбаева, Г.М. Холодова

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: g.shayakhmetova@ttu.edu.kz)*

Басқару жүйелерінде физиканың қолданылуы

Физика басқару жүйелерінің дамуы мен тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Бұл жұмыс физиканың түрлі салаларындағы принциптерді қолдану арқылы басқару жүйелерінің жұмысын оңтайландыру, процестерді бақылау және жаңа технологияларды енгізу мүмкіндіктерін қарастырады. Физика негізіндегі заңдар автоматтандырылған жүйелер, энергетикалық және байланыс жүйелері, өндірістік процестер мен қозғалысты басқару салаларында кеңінен қолданылып, олардың тиімділігін арттырады. Жұмыста болашақта физиканың кванттық технологиялар мен нанотехнологиялар саласындағы ролі мен басқару жүйелеріндегі маңыздылығы талданады. Физика басқару жүйелерінің ғылыми негіздерін қалыптастыра отырып, жаңа инновациялық шешімдер мен технологиялар жасауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: физика, басқару жүйелері, оңтайландыру, автоматтандырылған жүйелер, энергетикалық желілер, байланыс желілері, өндірістік процестер, кванттық технологиялар, нанотехнологиялар, инновациялық шешімдер, процестерді бақылау, қозғалысты басқару.

Физика - бұл әлемнің табиғатын, оның заңдарын, құрылымын және өзара әрекеттерін зерттейтін негізгі ғылым. Физика ғаламды басқаратын негізгі принциптерді түсінуге ұмтылады. Қазіргі әлемде және технологиялық прогресте физиканың маңыздылығын асыра бағалау қиын. Бұл ғылым көптеген технологиялық жетістіктер мен инновациялардың негізінде жатыр, олар біздің заманауи өмірімізді қалыптастырады. Физика жаңа материалдарды, медициналық технологияларды, энергетикалық және байланыс жүйелерін әзірлеуге әкелетін негіз қалаушы білім береді, сонымен қатар ғарыштық кеңістікті және микроәлемді түсінуге ықпал етеді. Бұл физиканы қазіргі қоғамның ғылыми және технологиялық дамуы үшін негізгі пәндердің біріне айналдырады.

Физика басқару жүйелерінде кеңінен қолданылатын негізгі ғылым болып табылады. Бұл ғылымды пайдалану жүйелерді тиімді басқару және оларды оңтайландыру үшін маңызды болып табылады. Физика негізінде басқару жүйелерінің жұмыс принциптерін түсінуге, жаңа әдістер мен техникаларды әзірлеуге мүмкіндік береді.

Басқару жүйелерінде физика қолданылатын бірнеше маңызды салалар бар:

Автоматтандыру және робототехника - физикалық заңдылықтар автоматты жүйелердің жұмысын тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Роботтардың қозғалыс жолдары мен әрекеттері механика мен кинематика заңдарына негізделген.

Электр және энергетикалық жүйелер - электр энергиясын тиімді пайдалану және басқару, оның таралуы мен түрленуі физикалық заңдарға байланысты. Электрмагниттік толқындар мен трансформаторлар жүйелері осы салаға жатады.

Технологиялық процестердің басқарылуы — физика химиялық және физикалық процестердің динамикасын бақылау және басқаруға көмектеседі, мысалы, температура, қысым, көлем, ағын жылдамдығы сияқты параметрлерді басқару.

Кванттық есептеу және кванттық басқару — жаңа бағыт, онда кванттық физиканың принциптері негізінде есептеу және басқару жүйелері әзірленуде. Бұл саланың дамуы ақпаратты өңдеуді жаңа деңгейге көтереді [1].

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

Физиканың басқару жүйелерінде қолданылуы олардың жұмысын тиімді әрі дәл басқаруға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде өндіріс, транспорт, байланыс және басқа да салалардағы процестерді оңтайландырады, инновациялық технологиялар мен жаңа шешімдерге жол ашады.

Физика басқару жүйелерін тиімді басқару және оңтайландыру үшін қолданылатын маңызды ғылым болып табылады. Бұл сала жүйелердің жұмысын бақылау, жобалау және жаңа технологияларды енгізуде негізделген физикалық заңдар мен принциптерге сүйенеді.

Термодинамика және жылу алмасу жүйелері — жылу энергиясын басқару, жылу алмасу процестерін бақылау мен реттеу көптеген өндірістік жүйелерде өте маңызды рөл атқарады. Физика термодинамикалық заңдарды қолдану арқылы энергия шығындарын азайтуға және тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Қарқынды өндіріс және ағынды процестер — өндіріс процестерінің тиімділігін арттыру үшін физика процестердің динамикасын түсінуге көмектеседі. Мысалы, сұйықтықтардың және газдардың ағынын басқару үшін гидродинамика және аэродинамика заңдары қолданылады.

Байланыс және ақпараттық жүйелер — физика оптика мен электромагниттік толқындардың заңдарына негізделген байланыс жүйелерінің дамуына ықпал етеді. Ақпаратты беру жылдамдығы мен сапасын жақсарту үшін сигналдарды өңдеу мен кодтау әдістері физикалық принциптерге негізделеді.

Автономды жүйелер мен жасанды интеллект — робототехника және жасанды интеллект саласында физика жүйелердің қозғалыс траекторияларын, энергия тұтынуын және жұмыс параметрлерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл автоматты басқару жүйелерінің тұрақтылығын және дәлдігін қамтамасыз етеді.

Кванттық технологиялар мен басқару — физика кванттық жүйелер мен кванттық процестерді бақылауға, оларға негізделген жаңа басқару әдістерін жасауға мүмкіндік береді. Бұл бағыттар ақпаратты өңдеу мен басқарудың жаңа дәуірін ашады [2].

Физика басқару жүйелерін жетілдіру және оптимизациялау үшін қолданылатын негізгі құрал болып табылады. Бұл саланың дамуы өндіріс, энергия, көлік және байланыс сияқты көптеген салаларда жаңа мүмкіндіктер мен технологиялық жетістіктерге жол ашады.

Физика көптеген басқару жүйелерінің негізін құрайды, себебі ол жүйелердің әрекеттерін математикалық түрде модельдеуге және олардың жұмысын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Басқару жүйелерін тиімді басқару үшін физикалық принциптер мен заңдар маңызды рөл атқарады. Физика әртүрлі саладағы процестерді бақылау мен реттеуде қолданылып, өнімділікті арттыруға және жүйелердің тұрақтылығын қамтамасыз етуге септігін тигізеді.

Қозғалыс пен механика — басқару жүйелерінде механикалық қозғалыс пен күштерді басқару үшін физика негізгі құрал болып табылады. Мысалы, өнеркәсіпте роботтардың қозғалысын басқару немесе көліктердің қозғалу траекторияларын есептеу үшін механика заңдары қолданылады.

Электрлік және магниттік жүйелер — электр жүйелерінің жұмысын бақылау үшін физика электр тізбектерінің және электромагниттік толқындардың принциптерін пайдаланады. Электр энергиясын тиімді бөлу, қуаттың жоғалуын азайту және тиімді басқару үшін бұл заңдылықтар маңызды рөл атқарады.

Динамика және жүйелердің тұрақтылығы — жүйелердің жұмысындағы өзгерістерді бақылау үшін динамиканың принциптері қолданылады. Бұл әсіресе өндірістік және көлік жүйелерінде маңызды. Физика жүйелердің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін жүйелердің параметрлерін басқаруға мүмкіндік береді.

Термодинамика және энергияны басқару — физика термодинамика заңдарын қолдану арқылы энергияның тиімділігін арттыруға және өндірістегі процестердің энергия шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді. Энергетикалық жүйелердің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін температура мен қысым сияқты физикалық параметрлерді бақылау маңызды.

Сигналдарды өңдеу және байланыс — басқару жүйелеріндегі ақпаратты беру мен өңдеу физикалық принциптерге негізделген. Мысалы, байланыс жүйелерінде оптика, радиотолқындар мен лазерлерді пайдалану арқылы ақпаратты дәл және тиімді түрде жіберу жүзеге асырылады.

Нанотехнологиялар және кванттық физика — болашақтың басқару жүйелерінде кванттық технологиялар мен наноматериалдар қолданылатын болады. Нанотехнологиялар мен

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

кванттық механика басқару жүйелерінің тиімділігін арттыру үшін жаңа жолдар ашуда, бұл ақпаратты өңдеуді жаңа деңгейге көтереді.

Физика басқару жүйелерінің әртүрлі салаларында пайдаланылатын негізгі ғылым болып табылады. Оның қолданылуы жүйелердің өнімділігін арттырып, оларды тұрақты және тиімді басқаруға мүмкіндік береді [3].

Басқару теориясы — бұл динамикалық жүйелерге мақсатты нәтижелерге қол жеткізу үшін әсер ету әдістері мен принциптерін зерттейтін ғылым саласы. Автоматтандыру басқару процесстерінде қазіргі заманғы өндірістерде, энергетикада, робототехникада және басқа да салаларда маңызды орын алады. Мұндай жүйелерді жобалау және оңтайландыру кезінде физика заңдарын пайдалану өте маңызды. Физикалық принциптердің басқару жүйелерінде қолданылуы жоғары дәлдік пен тұрақтылыққа қол жеткізуге, сондай-ақ мүмкін болатын қателіктер мен ауытқуларды минимизациялауға мүмкіндік береді.

Басқару теориясы динамикалық процестерді реттеуге байланысты мәселелерді зерттейді. Басқару жүйесі — бұл объектілердің басқарушы әсермен өзара әрекеттесуін қамтамасыз ететін құрылғылар, алгоритмдер және әдістердің жиынтығы. Басқару жүйесінің негізгі элементтері:

- **Басқару объектісі** — бұл басқарылатын жүйе немесе процесс.
- **Өлшеу құрылғысы** — объектінің күйін бақылаушы сенсорлар.
- **Басқару құрылғысы** — сенсорлардан алынған мәліметтерді өңдейтін және басқарушы әсерлерді шығаратын жүйе немесе алгоритм.
- Басқару жүйелері **ашық** және **жабық** деп екі түрге бөлінеді. Ашық жүйелерде кері байланыс болмайды, ал жабық жүйелерде объектінің ағымдағы күйі жүйеге қайтарылады, бұл басқару әрекеттерін түзетуге мүмкіндік береді.
- Басқарудың негізгі әдістері:
- **Пропорционалды басқару** — басқару ағымдағы күйге байланысты.
- **Интегралды басқару** — қателіктерді жинақтап, оларды өтей отырып реттеу.
- **Дифференциалды басқару** — қателіктердің өзгеру жылдамдығына негізделген әсер ету.

Автоматтандыру басқару теориясының маңызды бөлігі болып табылады, себебі ол процестердің тиімділігін едәуір арттыруға, қателіктерді азайтуға және қауіпсіздікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Автоматтандырылған басқару жүйелері әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады: қарапайым өндірістік процестерден бастап күрделі робототехникалық жүйелерге дейін.

Автоматтандыру келесі жүйелерді қамтиды:

Механикалық жүйелер (мысалы, роботталған манипуляторлар, олар адамның араласуынсыз берілген тапсырмаларды орындайды).

Электрлік және электрондық жүйелер (температура, қысым, сұйықтық деңгейі және басқа параметрлерді бақылау).

Зияткерлік жүйелер (жағдайларды талдау және болжау үшін жасанды интеллект алгоритмдерін қолдану).

Қазіргі автоматтандыру жүйелері процестерді нақты уақытта бақылауға және оңтайландыруға мүмкіндік береді, бұл қолмен жұмыс істеу жағдайында мүмкін болмайды. Бұл өз кезегінде өндіріс өнімділігін, сапасын арттыруға және шығындарды азайтуға әкеледі.

Физика заңдары басқару жүйелерінің жұмысын жобалау мен іске асыруда маңызды рөл атқарады, себебі олар жұмыстың дәлдігін және тиімділігін қамтамасыз етеді. Физиканың басқару жүйелерінде қолданылуының негізгі салаларын қарастырайық:

Механика, әсіресе Ньютонның қозғалыс заңдары басқару жүйелерінің объектілерінің қозғалысын модельдеуде кеңінен қолданылады. Көлік жүйелерінде, мысалы, автомобильдерде немесе ұшақтарда қозғалысты басқару үшін масса, қарсылық күші, үйкеліс және басқа факторларды ескеру маңызды. Бұл параметрлер объектінің қозғалысын болжау үшін қолданылатын динамикалық жүйелердің модельдерін жасауда пайдаланылады.

Электромеханикалық жүйелерді басқару үшін, мысалы, электрлік қозғалтқыштар мен трансформаторларды басқаруда электрлік және магниттік заңдарды ескеру қажет. Ом заңы, Кулон заңы және Максвелл теңдеулері жүйенің ток, кернеу, кедергі сияқты параметрлерін есептеуде маңызды рөл атқарады, бұл жүйелердің дәл реттелуін және автоматты бақылауын қамтамасыз етеді.

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

Термодинамика энергия мен жылу алмасу процестерін басқаруда маңызды рөл атқарады, мысалы, ауа кондиционерлеу, жылыту, салқындату және энергетикалық жүйелерде. Температураны бақылау үшін жылу берудегі, жылу өткізгіштік және жылу алмасу заңдарын қолдану маңызды. Бұл процестер басқарудың дәлдігі мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Басқару жүйесінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін физикадағы тербелістер мен тұрақтылық теориясы қолданылады, бұл әсіресе авиацияда немесе робототехникада маңызды. Инерция және ортадағы қарсылық сияқты параметрлерді ескеру қажет. Сондай-ақ тұрақтылық теориясы басқару алгоритмдерін жасау үшін қолданылады, бұл жүйені бөгде әсерлерге бейімдеу үшін қажет [4].

Физикалық принциптерді пайдалану сенсорлар мен датчиктер жасауға мүмкіндік береді, бұл параметрлерді, мысалы, температура, қысым, жылдамдық және басқа да мәндрді өлшеуге мүмкіндік береді. Қазіргі заманғы сенсорлар электрлік кедергі, индукция, сәуле шығару сияқты физикалық құбылыстарды пайдаланады, олар басқару жүйесіне деректерді беріп, оны өңдеуге мүмкіндік береді.

Басқару теориясы мен автоматтандыру физикалық заңдарға негізделген, бұл түрлі процестерді тиімді бақылауға және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Механика, термодинамика, электр және магнит өрістері, динамика сияқты физикалық заңдар басқару алгоритмдерін жасау үшін негіз болып табылады, бұл қазіргі заманғы технологиялық жүйелердің дәлдігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Физика заңдарының басқару жүйелерінде қолданылуы заманауи өндіріс, көлік, энергетика, робототехника және басқа да салаларда жаңашылдықты енгізуге мүмкіндік береді.

Осылайша, басқару теориясы мен автоматтандыру физикалық принциптерге сүйене отырып, күрделі жүйелердің тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз етеді, олардың тиімділігін және қауіпсіздігін айтарлықтай арттырады.

Физика сөзсіз жаңа технологияларды құру мен дамытудың маңызды рөліне ие. Бұл - барлық болмысқа негіз болған табиғат пен заңдарды түсінуді қамтамасыз ететін негізгі ғылым. Физика болмаса, электроникадан бастап, атомдық энергетикаға дейін көптеген маңызды инновациялар болмас еді. Физика жаңа материалдар әзірлеуге, тиімді және экологиялық тұрғыдан тұрақты технологияларды жасауға, сондай-ақ әлемді атомдық және ғарыштық деңгейде түсінуге мүмкіндік береді.

Болашақта физика инновациялық процестерде маңызды рөлін жалғастыра береді. Технологиялардың дамуы мен физикалық құбылыстарды тереңірек түсіну арқылы біз одан да озық және тұрақты технологияларды жасауға үміт артамыз. Физика сондай-ақ кванттық есептеулер мен нанотехнологиялар сияқты жаңа салалардың дамуына маңызды рөл атқарады, бұл біздің әлемді түсінуді қайта қарауға және ғаламдық мәселелерді шешу мүмкіндіктерін кеңейтуге әкеледі. Демек, физика болашақта инновациялық технологияларды құру және даму үшін маңызды қозғаушы күш болып қалатын болады.

Физика басқару жүйелерінің негізгі құралы болып табылады, себебі ол түрлі процестер мен жүйелерді тиімді басқару үшін қажет теориялық негіздер мен практикалық шешімдер ұсынады. Бұл ғылым механика, термодинамика, электротехника, сигналдарды өңдеу, кванттық технологиялар мен басқа да салаларда қолданылып, жүйелердің жұмысын оңтайландырады және олардың тиімділігін арттырады. Физика басқару жүйелерінде энергияны басқару, қозғалысты реттеу, ақпаратты жеткізу және процестерді автоматтандыру сияқты маңызды міндеттерді шешуге мүмкіндік береді. Болашақта физика инновациялық басқару жүйелерін дамытуда маңызды рөл атқаруды жалғастырады, жаңа технологиялар мен жүйелердің пайда болуына жол ашады.

Бұл ғылымның рөлі тек ғылыми зерттеулермен ғана шектелмей, күнделікті өмірде де үлкен әсерін тигізуде, жаңа мүмкіндіктер мен шешімдер ұсынып, технологиялық прогресті жылдамдатады.

Физика басқару жүйелерінің тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Ол жүйелердің құрылымын, жұмыс принциптерін және процестерін түсінуге көмектесіп, оларды оңтайландыруға мүмкіндік береді [5]. Физика негізіндегі заңдар мен модельдер автоматтандырылған жүйелерден бастап, энергетикалық, байланыс және өндірістік жүйелерге дейін қолданылып, олардың өнімділігін арттырады.

Технологиялардың дамуы мен инновациялық шешімдерге сұраныстың өсуі физиканың басқару жүйелеріндегі қолданылуының маңыздылығын арттырады. Болашақта физика кванттық есептеулер, нанотехнологиялар мен жасанды интеллект салаларында жаңа мүмкіндіктер ашып, басқару жүйелерін одан әрі жетілдіруге мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде өндірістік және қоғамдық салаларда жаңа технологиялардың енгізілуіне, тиімділік пен тұрақтылықтың арттырылуына себеп болады.

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

Осылайша, физика басқару жүйелерінің дамуындағы басты қозғаушы күш болып қала береді және ол инновациялық технологияларды құру мен жетілдіруде маңызды орын алады.

Физика басқару жүйелерінде өте маңызды рөл атқарады, себебі ол процестерді тиімді басқару мен оңтайландыруға мүмкіндік беретін ғылыми негіздерді ұсынады. Физикалық заңдар мен принциптер өндірістік жүйелерден бастап, байланыс, энергетика, робототехника және автоматтандырылған басқару жүйелеріне дейін кеңінен қолданылады. Физика арқылы жүйелердің жұмысы реттеліп, олардың тиімділігі арттырылады, ал бұл технологиялық жетістіктер мен инновацияларды енгізуге жол ашады.

Болашақта физика жаңа салаларда, мысалы, кванттық есептеулер мен нанотехнологияларда басқару жүйелерінің дамуына маңызды әсер ететін болады. Осының арқасында жаңа шешімдер мен әдістер пайда болып, түрлі салалардағы өндірістік және әлеуметтік жүйелердің тиімділігі мен тұрақтылығы артады.

Сондықтан, физика тек теориялық ғылым ғана емес, ол нақты қолданбалы маңызы бар, басқару жүйелерін жетілдіру және жаңарту процесінде басты құрал ретінде қалады.

Әдебиеттер тізімі

1 Лазарева Т. Я., Мартемьянов Ю. Ф. Автоматты реттеудің сызықтық жүйелері. Тамбов: Тамб баспасы. Мемлекеттік техника ун-та, 2001. - 264 б.

2 Певзнер Л. Д. Басқару жүйелерінің теориясы: оқу құралы. - 2-ші басылым және қосымша. - Санкт-Петербург.: "Лан" Баспасы, 2013. - 424 б.: ил. - (Жоғары оқу орындарына арналған оқулықтар. Арнайы әдебиеттер).

3 Бирюков А. А. Ақпараттық қауіпсіздік: қорғаныс және шабуыл / А.А. Бирюков. - М.: DMK Press, 2013. - 474 с.

4 Гафнер В. В. Ақпараттық қауіпсіздік: оқу құралы / В. В. Гафнер. - Рн/ Д: Феникс, 2010. - 324 с.

5 Громов Ю. Ю. Ақпараттық қауіпсіздік және ақпаратты қорғау: Оқу құралы / Ю. Ю. Громов, В. О. Драчев, О.Г. Иванова. - Ст. Оскол.: ТНТ, 2010. – 384с.

Г.А. Шаяхметова, А.Р. Карипбаева, Г.М. Холодова

Применение физики в системах управления

Физика играет важную роль в развитии и эффективном функционировании систем управления. В данной работе рассматривается применение физических принципов в различных областях для оптимизации работы управляемых систем, контроля процессов и внедрения новых технологий. Законы физики широко используются в автоматизированных системах, энергетических и коммуникационных сетях, производственных процессах и управлении движением, что способствует повышению их эффективности. В работе также анализируется роль физики в квантовых технологиях и нанотехнологиях в будущем, а также её значимость в развитии систем управления. Физика, создавая научные основы для управления системами, открывает возможности для разработки новых инновационных решений и технологий.

Ключевые слова: физика, системы управления, оптимизация, автоматизированные системы, энергетические сети, коммуникационные сети, производственные процессы, квантовые технологии, нанотехнологии, инновационные решения, контроль процессов, управление движением.

G.A. Shayakhmetova, A.R. Karipbaeva, G.M. Kholodova

Application of physics in control systems

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

Physics plays an important role in the development and efficient functioning of control systems. This paper explores the application of physical principles in various fields to optimize the operation of controlled systems, monitor processes, and introduce new technologies. The laws of physics are widely used in automated systems, energy and communication networks, industrial processes, and motion control, contributing to their increased efficiency. The paper also analyzes the role of physics in quantum technologies and nanotechnologies in the future, as well as its importance in the development of control systems. By establishing the scientific foundations for system management, physics opens up opportunities for the development of new innovative solutions and technologies.

Key words: physics, control systems, optimization, automated systems, energy networks, communication networks, production processes, quantum technologies, nanotechnology, innovative solutions, process control, motion control.

References

- 1 Lazareva T. Ya., Martemyanov Yu. F. Linear systems of automatic regulation. Tambov: Tamb publishing house. State technology in UN, 2001. - 264 с.
- 2 Pevzner L. D. Theory Of Control Systems:a manual. - 2nd Edition and appendix. - St. Petersburg.: Publishing house "Lan", 2013. - 424 с.: Il. - (Textbooks for higher educational institutions. Special literature).
- 3 Biryukov A. A. Information security: defense and attack / A. A. Biryukov. - M.: DMK Press, 2013. - 474 с.
- 4 Gafner V. V. Information Security: a manual / V. V. Gafner. - PH / D: Phoenix, 2010. - 324 с.
- 5 Gromov Yu. Yu. Information Security and Information Protection: a manual / Yu. Yu. Gromov, V. O. Drachev, O. G. Ivanova. - St. Oskol.: TNT, 2010. – 384с.

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

ГТАМР 29.35.47
ЭОЖ: 53.07

[DOI: 10.4411/s005-019-352](https://doi.org/10.4411/s005-019-352)

Г.А. Шаяхметова, А.Р. Карипбаева, Г.М. Холодова

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: g.shayakhmetova@ttu.edu.kz)*

Заманауи электронды құрылғылардың жұмыс принциптері

Қазіргі заманғы электронды құрылғылар кең ауқымды технологияларды қамтиды, олар тұрмыстық электроникадан бастап әртүрлі өнеркәсіп салаларында қолданылатын жоғары технологиялық жүйелерге дейін. Бұл құрылғылардың жұмыс істеу принциптері электр, магнит өрістері және жартылай өткізгіштер физикасының заңдарымен анықталады. Олардың жұмыс істеу негізі болып транзисторлар, диодтар, конденсаторлар, резисторлар және интегралды схемалар сияқты элементтер табылады, олар электр тогының ағынын басқаруға мүмкіндік береді, бұл әртүрлі тапсырмаларды орындауға — ақпаратты өндеуден бастап күрделі механизмдерді басқаруға дейін мүмкіндік береді.

Қазіргі заманғы электронды құрылғылардың жұмыс принциптері аналогтық және цифрлық сигналдарды, схемаларды және деректерді өңдеу алгоритмдерін, сондай-ақ USB, Wi-Fi, Bluetooth сияқты байланыс интерфейстерін қолдануды қамтиды. Бұл құрылғыларға смартфондар, компьютерлер, теледидарлар, заттар интернеті (IoT) құрылғылары және тіпті күрделі ғылыми құралдар жатады. Бұл құрылғылардың тиімділігі мен сенімділігі олардың құрамдас бөліктерінің сапасына және олардың жұмысын басқаратын бағдарламалық жасақтамаға тікелей байланысты.

Тақырып теориялық электрлік және электронды принциптерді, сондай-ақ осы білімдерді қазіргі өмірде қолдану мысалдарын қамтиды.

Түйінді сөздер: ажырамас, интегралды схемалар, ағын, қуат көздері, микроконтроллерлер, импульсті қуат, аналогтық құрылғылар, дискретті сигналдар, заманауи электронды құрылғылар

Қазіргі заманғы электронды құрылғылар біздің күнделікті өміріміздің ажырамас бөлігіне айналды. Смартфондар, ноутбуктар, теледидарлар, тұрмыстық техника, медициналық құралдар, сондай-ақ ақылды үй жүйелері мен заттар интернеті (IoT) – бұлар тек құрылғылар емес, әртүрлі электроника және электротехника принциптері негізінде жұмыс істейтін күрделі жүйелер. Бұл технологиялардың дамуы олардың жұмыс істеу негіздерін түсінуден айтарлықтай байланысты, өйткені бұл құрылғылардың ішіндегі физикалық процестер мен оларды құрайтын элементтер туралы білімді қажет етеді.

Қазіргі заманғы электронды құрылғылардың жұмыс принциптері электр, магнит өрістері және жартылай өткізгіштер физикасының заңдарына негізделеді. Бұл құрылғыларда сигналдарды өңдеуге, токты басқаруға және есептеу операцияларын орындауға мүмкіндік беретін транзисторлар, диодтар, конденсаторлар мен интегралды схемалар сияқты түрлі элементтер қолданылады. Қазіргі заманғы құрылғылар, мысалы, смартфондар көптеген функцияларды орындайды, әрқайсысы жоғары технологиялық интегралды схемалар мен бағдарламалық жасақтама арқылы іске асырылады.

Электронды құрылғылардың жұмыс принциптерін білу тек электроника саласының мамандарына ғана емес, сондай-ақ кең ауқымды пайдаланушыларға да маңызды, себебі бұл құрылғылардың қалай жұмыс істейтінін түсінуге, оларды тиімді пайдалануға және техникалық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Бұл жұмыс қазіргі заманғы электронды құрылғылардың негізгі жұмыс принциптерін, конструкциялық ерекшеліктерін және түрлі салаларда қолданылуын қарастыруға бағытталған.

Заманауи электронды құрылғылар біздің күнделікті өміріміздің ажырамас бөлігіне айналып, әртүрлі салаларда: тұрмыстық электроникадан бастап байланыс, медицина, көлік және өнеркәсіпке дейін кеңінен қолданылады. Микроэлектроника, интегралды схемалар және жаңа технологиялардың

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

дамуы қуатты, ықшам және жоғары тиімді электронды құрылғылардың жасалуына мүмкіндік берді, бұл әлемімізді өзгертті [1]. Осы рефератта заманауи электронды құрылғылардың жұмыс принциптері, олардың негізгі компоненттері және жұмыс істеу принциптері қарастырылады.

Заманауи электронды құрылғылар – бұл күрделі жүйелер, олар әртүрлі ғылымдардың, атап айтқанда механиканың, математиканың және физиканың негіздеріне сүйенеді. Әрбір электронды құрылғының жұмыс істеу принциптерін тереңірек түсіну үшін осы ғылымдардың әрқайсысымен байланысын қарастырайық.

Қазіргі заманғы электронды құрылғылар және жұмыс принциптері тақырыбын физика, математика және механикамен байланыстыруға болады, себебі осы ғылымдар электрондық жүйелерді әзірлеу мен жұмыс істеуінің негізінде жатыр. Бұл байланысты қалай көрсетуге болатынын қарастырайық:

Физика – бұл электронды құрылғылардың негізгі жұмыс принциптерінің іргетасы. Электронды құрылғылар физикалық заңдарға, ең алдымен, электр, магнит өрістері және жартылай өткізгіштер физикасының заңдарына негізделген. Мысалы, транзисторлардың жұмыс принципі жартылай өткізгіштердегі электрондардың мінез-құлқымен байланысты, бұл кванттық механика мен қатты денелер теориясын түсінуді талап етеді. Сондай-ақ физика құрылғылардың түрлі компоненттерінің жұмысын түсіну үшін маңызды, мысалы, конденсаторлар (электростатика заңдары) немесе диодтар (жартылай өткізгіштер физикасы). Электронды құрылғылардың жұмыс істеуі негізінен электрлік және магниттік құбылыстармен байланысты [2].

Электрлік және магниттік өрістер: Электрондық құрылғылардағы электр тізбектерінде токтың қозғалуы және электр өрістерінің әсерінен компоненттер арасында электрлік сигналдардың өтуі жүзеге асады. Бұл процесстердің барлығы электромагнетизм заңдарына сүйенеді.

Жартылай өткізгіштер: Қазіргі электронды құрылғылардың көпшілігі жартылай өткізгіш материалдарды пайдаланады, мысалы кремний. Жартылай өткізгіштердің электрлік қасиеттері кванттық физика заңдарына негізделеді, және бұл материалдардың жұмыс істеуі үшін жартылай өткізгіштердің электрондық құрылымын түсіну қажет.

Теплотехника: Электронды құрылғылар жұмыс кезінде жылу шығарады, сондықтан оларды салқындату үшін физиканың жылу алмасу заңдары қолданылады. Бұл мәселе әсіресе қуатты процессорлары мен жоғары өнімді құрылғыларда маңызды.

Математика электронды құрылғылардың жұмысын сипаттауда және есептеулерді жүргізуде маңызды рөл атқарады. Электронды құрылғыларды жобалау мен модельдеуде қолданылады. Математикалық әдістер, мысалы, дифференциалдық теңдеулер, сызықтық алгебра және ықтималдық теориясы, сигналдарды беру, деректерді өңдеу процестерін сипаттауға, сондай-ақ құрылғылардың жұмысын басқаруға арналған алгоритмдерді жасауға қолданылады. Математика құрылғылардың жұмысын оңтайландыру, олардың сипаттамаларын талдау, схемаларды жобалау және бағдарламалық жасақтама әзірлеу үшін де қажет.

Электронды схемалар мен құрылғылардың жобалануында математика қолданылуының бірнеше мысалдарын қарастырайық:

Цифрлық сигналдар мен алгоритмдер: Электронды құрылғылардың көпшілігі сандық сигналдарды өңдейді. Цифрлық сигналдарды өңдеу үшін логика мен математика қолданылады. Мысалы, цифрлық құрылғыларда көбейту, бөлу, қосу және алу сияқты есептеулер математикалық алгоритмдер мен операциялар арқылы жүзеге асырылады.

Дифференциалды теңдеулер: Электронды құрылғылардың динамикалық мінез-құлқы көбінесе дифференциалды теңдеулермен сипатталады. Мысалы, электр тізбегіндегі зарядтардың қозғалысы, токтың өзгеруі мен схемалардың уақыт бойынша тұрақтануы осы теңдеулер арқылы сипатталады.

Желілер мен деректерді кодтау: Заманауи құрылғылар арасында байланыс орнату үшін математикалық әдістер, мысалы, кодтау теориясы, сигналдарды шифрлау және ақпаратты жіберу алгоритмдері қолданылады. Бұл жерде ықтималдық теориясы мен статистика да маңызды орын алады.

Механика – электронды құрылғылардың кейбір түрлерінің жұмысын түсіндіруге көмектеседі, әсіресе олар қозғалыс пен механикалық процестерді басқарса. Механика мен электроника арасындағы байланыс әсіресе робототехникада, құрылғыларды қозғалтқыштармен басқаруда және құрылғыларды ығысу немесе айналдыру кезінде айқын көрінеді [3].

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

Электронды жүйелер механизмдерді (қозғалтқыштар, роботтар, кері байланыс жүйелері бар механизмдер) басқара алады, ал мұнда механиканың негіздері, мысалы, кинематика, динамика және қозғалыс заңдары қолданылады. Механика сондай-ақ жылу техникасында маңызды рөл атқарады, себебі электронды құрылғылар жылу шығарады, және олардың тиімді жұмыс істеуі үшін салқындату жүйесі қажет, бұл жылу берілісінің механикасын түсінуді талап етеді.

Осылайша, қазіргі заманғы электронды құрылғылардың жұмыс принциптері физика, математика және механикамен тығыз байланысты, және бұл ғылымдардың барлығы олардың жобалануы мен оңтайландырылуында маңызды рөл атқарады.

Заманауи электронды құрылғылар қазіргі қоғамның барлық салаларында кеңінен қолданылады, олар тұрмыстық техникадан бастап, өндірістік жүйелер мен ғылыми құрылғыларға дейінгі барлық құрылғыларды қамтиды. Бұл құрылғылардың жұмыс принциптері физика, математика, және электротехника негіздеріне сүйенеді, әрі олардың әрқайсысы белгілі бір ғылыми заңдарға және компоненттерге негізделген [4].

Механикалық қозғалыс және күштер: Роботтар мен қозғалыс жүйелері (мысалы, дрондар мен роботты қолдар) моторлар мен серво-механизмдер арқылы жұмыс істейді. Бұл құрылғылардағы қозғалысты басқару механиканың заңдарына, атап айтқанда, қозғалыс заңдары мен инерцияға негізделген.

Құрылғының физикалық құрылымы мен механикалық беріктілігі: Құрылғының корпусын құру кезінде материалдардың механикалық қасиеттері (беріктік, икемділік, температураға төзімділік) ескеріледі. Мысалы, смартфондардың корпусын жасау үшін олардың механикалық беріктігі мен құрылымы маңызды.

Электр және магнит өрістері: Электронды құрылғылардың жұмыс істеуі негізінен электр өрісінің және магнит өрісінің әсерлеріне байланысты. Электр тізбектеріндегі токтың қозғалысы, сондай-ақ түрлі электронды компоненттер, мысалы транзисторлар мен диодтар, электр өрісінің әсерімен жұмыс істейді. Электрондар мен иондардың қозғалысы құрылғылардағы сигналдарды өңдеудің негізгі құралы болып табылады.

Жартылай өткізгіштер: Қазіргі заманғы электронды құрылғыларда жартылай өткізгіштер кеңінен қолданылады. Полупроводниковый материалдар (мысалы, кремний немесе германий) электр тогын өткізу қабілетіне байланысты әртүрлі жағдайларда (құрылғылардың әртүрлі режимдерінде) қолданылуы мүмкін. Транзисторлар мен диодтар — жартылай өткізгіштердің негізгі құрылғылары, олар электр сигналдарын күшейтеді немесе бағыттайды.

Цифрлық және аналогтық сигналдар: Электронды құрылғылардың көпшілігі сигналдарды өңдеудің екі негізгі түрін пайдаланады: цифрлық және аналогтық. Цифрлық сигналдар тек екі күйде болуы мүмкін (1 және 0), олар негізінен компьютерлер мен микроконтроллерлерде қолданылады. Аналогтық сигналдар үздіксіз өзгеретін мәндермен сипатталады және оларды көбінесе дыбыс немесе бейнемазмұнды өңдеуде қолданады.

Интегралды схемалар және микропроцессорлар: Заманауи құрылғылардың негізгі жұмыс принциптері интегралды схемалар (ИС) мен микропроцессорлардың жұмысын қамтамасыз етеді. Интегралды схемалар көптеген электронды компоненттерді бір микросхемада жинақтайды, бұл құрылғыларды ықшам әрі тиімді етеді. Микропроцессорлар компьютерлер мен смартфондар сияқты құрылғыларда есептеулер мен басқаруды жүзеге асырады, олар алгоритмдер мен командаларды орындайды.

Желілік технологиялар: Электронды құрылғылардың көптеген түрлері, мысалы, смартфондар мен компьютерлер, деректерді желі арқылы береді. Бұл желілік байланыс принциптері ақпаратты беру үшін арнайы кодтау және декодтау әдістерін қолдануды талап етеді. Wi-Fi, Bluetooth, және мобильді желілер арқылы байланыс орнатылып, құрылғылар арасында ақпарат алмасу жүзеге асады.

Қуат көздері мен энергияны үнемдеу: Заманауи құрылғылардың жұмыс істеуі қуат көздеріне (батареялар, аккумуляторлар, электр желілері) байланысты [5]. Энергияны тиімді пайдалану үшін көптеген құрылғыларда қуатты үнемдейтін технологиялар, мысалы, автоматты түрде энергияны тұтынуды реттеу жүйелері мен қуат үнемдеу режимдері енгізілген.

Қорытындылай келе, заманауи электронды құрылғылар әртүрлі ғылымдардың (физика, математика, электротехника) жетістіктеріне негізделеді және олардың жұмыс принциптері технологияның дамуымен үнемі жетілдіріліп отырады. Әрбір құрылғының жұмыс принципі түсіну

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

құрылғыларды тиімді пайдалану мен оның жұмыс істеу механизмдерін жақсы түсінуге мүмкіндік береді.

Электронды құрылғылар зарядталған бөлшектердің, әдетте, электрондардың өткізгіштер мен жартылай өткізгіштер арқылы қозғалуына негізделеді. Бұл құрылғылар электр өрісі, магнит өрісі, термоэлектрлік әсерлер мен фотонды өзара әрекеттесу сияқты әртүрлі физикалық құбылыстарды пайдаланады. Жұмыс принциптері бірнеше негізгі аспектілерге бөлінеді:

- **Зарядтардың қозғалысы:** Көптеген электронды құрылғыларда негізгі элемент — ток, яғни өткізгіш арқылы электрондардың қозғалысы. Бұл ток тұрақты немесе айнымалы болуы мүмкін. Диодтар, транзисторлар, резисторлар және конденсаторлар сияқты құрылғылардың жұмыс принциптері электрондар ағынын бақылауға негізделген.

- **Жартылай өткізгіш материалдар:** Заманауи құрылғыларда кремний сияқты жартылай өткізгіш материалдар жиі қолданылады. Олар жағдайға байланысты өткізгіштер немесе окшаулағыштар болып табылады. Жартылай өткізгіштер электрондардың ағынын басқарып, диодтар мен транзисторлар сияқты компоненттерді жасауға мүмкіндік береді, бұл электр сигналдарын басқаруға мүмкіндік береді.

- **Компоненттердің интеграциясы:** Заманауи құрылғыларда интегралды схемалар (ИС) бар, олар — бір кристалда миллиондаған немесе миллиардтаған компоненттердің орналасқан микроэлектрондық құрылғылары. Бұл ықшам, қуатты және жоғары тиімді құрылғыларды жасауға мүмкіндік береді.

Заманауи электронды құрылғылар көптеген әртүрлі компоненттерден тұрады, олардың әрқайсысы нақты функцияны орындайды. Негізгі компоненттерге тоқталайық:

- **Резисторлар:** Цепьдегі тоқты шектейтін компоненттер. Олар электр сигналдарын басқару және басқа компоненттерді артық жүктемеден қорғау үшін қолданылады.

- **Конденсаторлар:** Электр зарядын жинақтап сақтайтын элементтер. Олар сигналдарды сүзу, кернеуді тұрақтандыру және уақытша кідірту үшін қолданылады.

- **Диодтар:** Токты тек бір бағытта өткізетін жартылай өткізгіш компоненттер. Олар айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіруде (мысалы, қуат көздерінде) және кері токтан қорғауда қолданылады.

- **Транзисторлар:** Электр сигналдарын күшейту және ауыстыру үшін қолданылатын негізгі компоненттер. Транзисторлар күшейткіштер немесе коммутаторлар ретінде жұмыс істей алады, ток ағынын басқару үшін қолданылады. Олар қазіргі заманғы сандық және аналогтық құрылғылардың негізі болып табылады.

- **Интегралды схемалар (ИС):** Бір чипте орналасқан транзисторлар, резисторлар және конденсаторлар сияқты бірнеше электронды компоненттер. Бұл ықшам және жоғары тиімді құрылғыларды жасауға мүмкіндік береді, мысалы, процессорлар, микроконтроллерлер және жад құрылғылары.

- **Микропроцессорлар мен микроконтроллерлер:** Микропроцессорлар — заманауи электронды құрылғылардың «миығы» болып табылады. Олар жадтағы нұсқауларды орындайды және басқа компоненттердің жұмысын басқарады. Микроконтроллерлер сыртқы құрылғыларды әртүрлі интерфейстер арқылы басқара алады. Олардың жұмыс принципі сандық сигналдарға негізделген, олар ақпаратты екілік жүйеде 0 мен 1 түрінде кодтайды.

- **Сенсорлар мен датчиктер:** Заманауи құрылғылар, мысалы, смартфондар, көліктер және медициналық құралдар әртүрлі сенсорлармен жабдықталған, олар физикалық параметрлерді (мысалы, температура, қысым, жылдамдық немесе үдеуді) өлшейді. Бұл сенсорлар физикалық құбылыстарды электрлік сигналдарға түрлендіріп, оларды өңдеу үшін микропроцессорға жібереді.

- **Энергия жүйелері:** Электронды құрылғылар сенімді қуат көздеріне қажет. Қуат көздері блоктарының жұмыс принципі айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіру, кернеуді түзету және шуды сүзу негізінде құрылады. Соңғы уақытта жоғары тиімділікпен жұмыс істейтін қуат көздері, мысалы, импульсті қуат көздері кеңінен қолданылады.

- **Желілік құрылғылар:** Заманауи желілік құрылғылар (роутерлер, модемдер, желілік карталар) деректерді беру және өңдеу үшін электромагниттік толқындарды (мысалы, Wi-Fi үшін радиотолқындар немесе оптикалық желілер үшін жарық сигналдары) пайдаланады [6]. Олар сандық сигналдарды

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

радиотолқындарға немесе оптикалық сигналдарға түрлендіріп, байланыс арналарында деректерді жібереді.

Электронды құрылғыларды қолданылатын сигналдардың түріне қарай цифрлық және аналогтық деп бөлуге болады.

Цифрлық құрылғылар: Олар дискретті сигналдармен жұмыс істейді, яғни тек нақты мәндерді қабылдайды (мысалы, екілік жүйеде 0 және 1). Цифрлық құрылғыларда ақпарат екілік деректер түрінде кодталады, ал операциялар логикалық элементтер (AND, OR, NOT) және алгоритмдер арқылы жүзеге асырылады.

Аналогтық құрылғылар: Олар үздіксіз сигналдармен жұмыс істейді, яғни кез келген мәнді қабылдай алады. Мысалы, дыбыс күшейткіш аналогтық құрылғы болып табылады, ол дыбыс сигналын дискретизацияламай күшейтеді.

Көптеген заманауи құрылғылар аралас болып табылады, яғни олар аналогтық және цифрлық компоненттерді әртүрлі функцияларды орындау үшін пайдаланады.

Заманауи электронды құрылғылар физика, механика және математика салаларымен тығыз байланысты. Электрондық жүйелердің жұмыс істеуі үшін осы ғылымдардағы негізгі қағидағарды түсіну өте маңызды. Электр, магнит өрістері, жартылай өткізгіштер мен механикалық қозғалыстарды басқару, математикалық есептеулер мен алгоритмдер – барлығы бір жүйеге бірігіп, заманауи құрылғылардың тиімді жұмысын қамтамасыз етеді [7].

Заманауи электронды құрылғылар технологиялық прогреске үлкен әсер етіп, өміріміздің әртүрлі аспектілеріне ықпал етуде. Олардың жұмыс принциптері жартылай өткізгіш компоненттер арқылы электр зарядтарының ағынын басқаруға негізделген, олар әртүрлі операцияларды орындауға мүмкіндік береді: сигналдарды күшейту, күй ауыстыру, деректерді сақтау және тағы басқа. Микроэлектроника мен интегралды схемалардың дамуы ықшам және қуатты құрылғылар жасауға мүмкіндік берді, олар тұрмыстық электроникадан бастап жоғары технологиялық өнеркәсіптік және медициналық жүйелерге дейін кеңінен қолданылады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Г. А. Титоренко. Басқарудың ақпараттық технологиялары: оқу университеттерге арналған нұсқаулық/ ред. проф.– М.: бірлік. -ДАНА, 2003.
- 2 В. Ш. Берикашвили. М.: Изд. центральная "Академия", 2003. -186с.
- 3 В. Ш. Берикашвили. Электронная техника / В. Ш. Берикашвили, А. К. Черепанов. - М.: Изд. центральная "Академия", 2008. -286с.
- 4 В.Ш. Берикашвили Электрондық техника / В. Ш. Берикашвили, А. К. Черепанов. — М.: Шығ. орталық «Академия», 2008. —286 б.
- 5 Г. Б. Ядов. Ақпарат және қоғам // бүкіл әлем бойынша. – 2004. - № 2.
- 6 Глинченко, А. С. Сигналдарды сандық өңдеу [Мәтін]: оқу жәрдемақы /А. С. Глинченко. 2-ші басылым. Красноярск: ҚМТУ ТБИ, 2005.
- 7 Ю. А. Бобровский, С. А. Корнилов, И. А. Кратиров және т. б.; ред. проф.Н.Д. Федорова. - М.: Радио және байланыс Электрондық, кванттық аспаптар және микроэлектроника: оқу құралы жоғары оқу орындары үшін / 2008 ж.

Г.А. Шаяхметова, А.Р. Карипбаева, Г.М. Холодова

Принципы работы современных электронных устройств

Современные электронные устройства охватывают широкий спектр технологий, от бытовой электроники до высокотехнологичных систем, используемых в различных отраслях промышленности. Эти устройства основаны на принципах работы, определяемых законами электричества, магнетизма и полупроводниковой физики. В основе их функционирования лежат элементы, такие как транзисторы, диоды, конденсаторы, резисторы и микросхемы, которые

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

позволяют управлять потоком электрического тока для реализации различных задач — от обработки информации до управления сложными механизмами.

Принципы работы современных электронных устройств включают использование аналоговых и цифровых сигналов, схем и алгоритмов обработки данных, а также интерфейсов связи, таких как USB, Wi-Fi и Bluetooth. Они обеспечивают необходимую функциональность в таких устройствах, как смартфоны, компьютеры, телевизоры, устройства интернета вещей (IoT) и даже в сложных научных приборах. Эффективность и надежность работы этих устройств напрямую зависят от качества их компонентов, а также от программного обеспечения, которое управляет их поведением.

Тема охватывает как теоретические аспекты электрических и электронных принципов, так и практические примеры применения этих знаний в современной жизни.

Ключевые слова: интегральные схемы, поток, источники питания, микроконтроллеры, импульсная мощность, аналоговые устройства, дискретные сигналы, современные электронные приборы.

G.A. Shayakhmetova, A.R. Karipbaeva, G.M. Kholodova

Operating principles of modern electronic devices

Modern electronic devices cover a wide range of technologies, from household electronics to high-tech systems used in various industrial sectors. The principles behind their operation are defined by the laws of electricity, magnetism, and semiconductor physics. Their functioning is based on components such as transistors, diodes, capacitors, resistors, and integrated circuits, which control the flow of electric current to perform various tasks, from data processing to controlling complex mechanisms.

The principles of operation of modern electronic devices involve the use of analog and digital signals, circuits, and data processing algorithms, as well as communication interfaces such as USB, Wi-Fi, and Bluetooth. These devices include smartphones, computers, televisions, Internet of Things (IoT) devices, and even complex scientific instruments. The efficiency and reliability of these devices directly depend on the quality of their components, as well as the software that controls their operation.

The topic covers both theoretical aspects of electrical and electronic principles and practical examples of applying this knowledge in modern life.

Key words: integrated circuits, flow, power supplies, microcontrollers, pulse power, analog devices, discrete signals, modern electronic devices.

References

- 1 G. A. Titorenko. Technologies of printing equipment: research for universities / ed. prof.– M.: birlik. DANA, 2003.
- 2 V. SH. Berikashvili. M.: Izd. central "Academy", 2003. -186s.V. SH. Berikashvili. Electronic engineering / V. SH. Berikashvili, A. K. Cherepanov. - M.: Izd. central "Academy", 2008.-286s.
- 3 V.Sh. Berikashvili. The technique of momentum / V. SH. Berikashvili. — M.: Shig. Academy, 2003. —186 p.
- 4 V.Sh. Berikashvili Electronic equipment / V. SH. Berikashvili, A. K. Cherepanov. — M.: Shig. Academy, 2008. —286 p.
- 5 G. B. Yadov. Information and society // around the world. – 2004. - № 2.
- 6 Glinchenko, A. S. Digital signal processing [Text]: study aid /A. S. Glinchenko. 2nd edition. Krasnoyarsk: KSTU TBI, 2005.
- 7 Yu. A. Bobrovsky, S. A. Kornilov, I. A. Kratirov and others; ed. prof. N.D. Fedorova. - M.: Radio and communications Electronic, quantum devices and microelectronics: a textbook for higher education institutions / 2008.

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

МРНТИ 502-524.5
УДК: 796.7

[DOI: 10.4411/s029-019-363](https://doi.org/10.4411/s029-019-363)

Р.К. Колесникова, А.Л. Мосунов

(Қарағанды индустриалық университеті, Теміртау, Қазақстан)
(E-mail.ru: r.kolesnikova@tttu.edu.kz)

Студенттердің қолайсыз табиғи жағдайларға байланысты физикалық дене тәрбиесі

Бұл мақалада дене шынықтыру сабақтары барысында студенттің денесіне қоршаған ортаның қолайсыз жағдайының әсері қарастырылды. Қоршаған ортаның қолайсыз жағдайы сырқаттанушылықтың өсуіне және атмосфералық ауаның айтарлықтай химиялық ластануы бар өңірлерден келетін талапкерлердің дене дайындығы деңгейінің төмендеуіне әкеледі. Қоршаған ортаның химиялық кәсіпорындармен және автокөліктермен ластануына, стресстік жағдайлардың, түрлі катаклизмдердің ұлғаюына байланысты экологиялық жағдайдың өзгеруі өскелең ұрпақтың денсаулығы мен дене шынықтыру деңгейіне теріс әсер етеді. Мұндай қолайсыз экологиялық жағдайларда физикалық жаттығулар күтілетін сауықтыру әсерін бермейді, ал кейбір жағдайларда оқушылардың денсаулығына теріс әсер етеді. Бұл дене тәрбиесін ұйымдастырудың терең ғылыми негіздемесін, жаттығу кезінде жағымсыз экологиялық факторлардың әсерін азайтудың тиімді құралдары мен әдістерін белсенді іздеуді қажет етеді. Экологиялық қолайсыз жағдайларда денсаулықты жақсарту факторы ретінде қозғалыс белсенділігінің артуы немесе төмендеуі дене шынықтыру құралдары мен әдістерін қолдану әдістемесіне көбірек көңіл бөлуді талап етеді.

Түйінді сөздер: қолайсыз орта, дене шынықтыру деңгейі, студенттің денсаулығы, денсаулықтың алдын алу, дене шынықтыру, сауықтыру әсері.

Kipicne

Қоршаған ортаның қолайсыз жағдайы сырқаттанушылықтың артуына және студенттердің дене дайындығы деңгейінің төмендеуіне әкеледі. Бұл оқушылардың дене тәрбиесін ұйымдастыруды ғылыми тұрғыдан тереңірек негіздеуді, дене шынықтыру жаттығулары кезінде қоршаған ортаның жағымсыз факторларының әсерін азайтудың тиімді құралдары мен әдістерін белсенді іздеуді талап етеді. Қазіргі уақытта бұл мәселе талқылануда. Кейбір авторлар зиянды әсерлердің әсерін азайту және физикалық белсенділікті шектеу маңызды фактор деп санаса, басқалары аптасына сабақ көлемі мен санын көбейтуді қарастырады. Кейбір зерттеушілер ағзаны жұмылдыратын және оның бейімделгіш өзгерістерге дайындығын сақтайтын ең маңызды фактор – физикалық белсенділік деп тұжырымдайды. Олардың ластанған ортада шектелуі организмнің биологиялық дәстүрлеріне қайшы келеді, оның нашарлауына және денсаулығының нашарлауына әкеледі. Экологиялық қолайсыз жағдайларда денсаулықты жақсарту факторлары ретінде дене белсенділігінің артуы немесе төмендеуі дене шынықтыру құралдары мен әдістерін пайдалану әдістемесіне көбірек көңіл бөлуді талап етеді.

Ластанған ортадағы кез келген физикалық белсенділік оттегі тапшылығы жағдайын тудырады. Бұл көбінесе денеге енетін химиялық улардың әсерінен пайда болады. Орташа дәрежедегі гипоксияға қысқа мерзімді әсер ету көптеген органдар мен тіндерде анаэробты метаболизмді ынталандырады және әртүрлі жағымсыз әсерлерге бейімделудің дамуына ықпал етеді. Сондықтан, осы жағдайды ескере отырып, қалыпты гипоксия жағдайында болу немесе оның қысқа мерзімді әсерін қайталап қолдану дененің бейімделу резервін арттыру, бірқатар аурулардың алдын алу, сондай-ақ дене жаттығуларының сауықтыру әсерін арттыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Бұл гипотезаны тексеру үшін ҚарИУ негізгі кафедрасының екі топ студенттеріне бақылау жүргізілді. Бұл топтардағы физикалық дайындық деңгейі шамамен бірдей болды. Дене шынықтыру

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

сабағы екінші курста оқу жылында аптасына 2 рет өткізілді. Ерекшеліктері бірінші топ студенттері ЖОО студенттеріне арналған жалпы қабылданған дене шынықтыру бағдарламасы бойынша оқыды. Екінші топ бүкіл оқу жылын спорт алаңында жаттығумен өткізді. Сабақтар бағдарламасына университет студенттеріне арналған дене шынықтыру бағдарламасына енгізілген кросс, спорттық ойындар (мини-футбол), шаңғымен сырғанау және жеңіл атлетика жаттығулары кірді. Топта ашық алаңда сабаққа барар алдында А.Н. әдісі бойынша тыныс алу жаттығулары түрінде гипоксиялық жаттығулар жүргізілді. Стрельникова. Залдағы сабақтар кезінде көп уақыт спорттық ойындарға (волейбол, баскетбол), ал ашық алаңда мини-футбол, сауықтыру жүгіру, шаңғы және жеңіл атлетика жаттығуларына арналады. Дене дайындығы деңгейі алты сынақ бойынша анықталды, олар: 100 м жүгіру, 3000 м жүгіру, тартылу, тұрып ұзындыққа секіру, итермелеу, статикалық төзімділік.

Нәтижелердегі өзгерістерді салыстырмалы талдау қолданылған әдістердің тиімділігін анықтады. 100 метрге жүгірудегі бірдей бастапқы нәтижемен, орташа есеппен 13,7 секундқа тең, үй ішінде жаттығатын студенттер арасында қашықтыққа жүгіру уақыты ашық ауада жаттығу кезінде өзгерген жоқ, ол 0,3 секундқа азайды; Демек, ашық ауада жаттығу жасайтын топта қолданылатын дене жаттығуларының жиынтығы жылдамдық қасиеттерінің дамуына тиімді ықпал етті.

3000 метрге жүгіруде көктемгі семестрде шамамен бірдей бастапқы көрсеткішпен сыртта оқитын студенттерде нәтиженің жоғарылауы анықталды, ол 5,5 секундқа тең болды. Спортзалда жаттығатын студенттер нәтижелерін 5 секундқа нашарлатты. Төзімділік жаттығулары ашық топтағы нәтижелердің жақсаруына ықпал етті. Осының арқасында тыныс алу жүйесінің жұмысы жақсарды, бұл организмдегі анаэробты және аэробты процестерді жақсартты.

Тарту жаттығуында екі топ студенттерінің нәтижелері бұрынғы деңгейде қалды. Бастапқы деректер бірдей болды. Демек, эксперименттік бағдарламаның мазмұны күш дайындығының жақсы дамуына ықпал етпеді. Орнынан тұрып секіруде нәтиженің ең көп өсуі ашық ауада жаттығатын оқушыларда – 6 см, үй ішінде жаттығатын студенттерде – 2 см болды. Бұл стандартта оқу жылында оң динамика байқалды, бірақ ашық ауада жаттығатын студенттер көктемгі семестрде жылдамдық жаттығуларында жоғары нәтижелерге қол жеткізгендіктен, олардың тұрып ұзындыққа секірудегі нәтижелері де жоғары болды. Біркелкі емес штангалардағы итермелеу сияқты күш жаттығуларында оқушылардың көшеде жаттығатын нәтижелері бір жарым есеге жуық артты. Барлық топтарда статикалық төзімділік нәтижесі нашарлады. Шамасы, бұл сапаны дамытуға уақыт жеткіліксіз және бұл физикалық сапаны дамыту үшін оқу бағдарламасын түзету қажет.

Осылайша, эксперименттік бағдарлама ашық ауада жаттығу жасайтын оқушылардың физикалық дайындығына тиімді әсер етті деп қорытынды жасауға болады. Эксперимент соңында жоғары нәтижелер шыдамдылық жаттығуларында, жылдамдық пен жылдамдық-күш фитнесінде байқалды.

Залда оқитын топта қолданылатын республиканың жоғары оқу орындарында қабылданған бағдарлама бойынша сабақтарды өткізу әдістемесі дене дайындығы деңгейінде айтарлықтай жақсаруды тудырмады. Студенттердің жыл бойы ашық алаңда өткізілетін сабақтары студенттердің дене дайындығында, сондай-ақ орталық жүйке және тыныс алу жүйесінің басқарылатын функцияларының күйінде оң және сапалы өзгерістерге ықпал етті. Сонымен қатар, әсіресе ашық ауада жаттығу жасайтын топта айтарлықтай қатаю әсері байқалды. Бүкіл оқу жылында бірде-бір суық тию тіркелмеген. Нәтижелердің жоғарылауы, ең алдымен, спорттық ойындар мен сауықтыру жүгірісі кезіндегі жүктемелердің сипаты мен көлемін реттеу әдістемесінің ерекшеліктерімен қамтамасыз етілді.

Спорттық ойындар кезіндегі жүктеме мыналармен реттелді: ойын алаңының көлемін өзгерту; ойнау уақыты мен үзіліс ұзақтығы; ойыншылар саны; қақпалардың өлшемдері және ауыстыру жиілігі ережелеріндегі өзгерістер. Рекреациялық жүгірудегі жүктеме оның ұзақтығымен реттелді.

Гимнастикаға бағдарлау жаттығулары оқушылардың жүйелік қалыптасуында іргелі болды, бұл жеке қасиеттер мен ұстанымдардың қалыптасуына, функциялардың дамуының біркелкілігіне, сабақтағы құрамдас элементтердің тәуелділігіне және студенттердің қоршаған ортамен әрекеттесу сипатына байланысты.

Әдебиет тізімі

1. Зарубин Г.П. Қоршаған орта және денсаулық. М., 2010, б. 7-15.

Раздел 4. «Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины»

2. Меерсон Ф.З. Бейімделу медицинасы: бейімделудің механизмдері мен қорғаныш әсерлері. - М.: Нурохіа Medical, 2009. - 331 б.

3. Щедрина А.Г. Онтогенез және денсаулық теориясы. Әдістемелік аспектілер. - Новосибирск: Ғылым, 2012, б. 65, 108-109.

Р.К. Колесникова, А.Л. Мосунов

Физическое воспитание студентов в условиях экологически неблагоприятной окружающей среды

В данной статье были рассмотрены вопросы влияния неблагоприятного состояния окружающей среды на организм студента в ходе занятий физической культурой. Неблагоприятное состояние окружающей среды вызывает рост заболеваемости и снижение уровня физической подготовленности абитуриентов, приезжающих из регионов со значительным химическим загрязнением атмосферного воздуха. Изменение экологической обстановки, связанное с загрязнением окружающей среды химическими предприятиями и автотранспортом, увеличением стрессовых ситуаций, различных катаклизмов, оказывает отрицательное влияние на здоровье и уровень физической подготовленности подрастающего поколения. Занятия физическими упражнениями в таких неблагоприятных экологических условиях не дают ожидаемого оздоровительного эффекта, а в некоторых случаях отрицательно сказываются на состоянии здоровья занимающихся.

Ключевые слова: неблагоприятная окружающая среда, уровень физической подготовки, здоровье студента, профилактика здоровья, физическое воспитание, оздоровительный эффект.

R.K. Kolesnikova, A.L. Mosunov

Physical education of students in an ecologically unfavorable environment

In this article, the issues of the influence of the unfavorable state of the environment on the student's body during physical education classes were considered. The unfavorable state of the environment causes an increase in morbidity and a decrease in the level of physical fitness of applicants coming from regions with significant chemical pollution of atmospheric air. Changes in the environmental situation associated with pollution from chemical enterprises and motor vehicles, increased stress situations, and various disasters have a negative impact on the health and physical fitness of the younger generation. Physical exercises in such unfavorable environmental conditions do not give the expected health-improving effect, and in some cases negatively affect the health of those involved.

Key words: unfavorable environment, physical fitness level, student's health, health prevention, physical education, wellness effect.

References

- 1 Zarubin, G.P. Environment and Health. M., 2010, pp. 7-15.
- 2 Meerson, F.Z. Adaptation Medicine: Mechanisms and Protective Effects of Adaptation. - M.: Hypoxia Medical, 2009. - 331 p.
- 3 Shchedrina, A.G. Ontogenesis and Health Theory. Methodological Aspects. - Novosibirsk: Science, 2012, pp. 65, 108-109.

Раздел 5

**Химические и
фармацевтические
технологии.
Безопасность
жизнедеятельности**

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

МРНТИ: 577.114.4 (7)
УДК: 678.073

[DOI: 10.4411/s0231-019-472](https://doi.org/10.4411/s0231-019-472)

И.М. Акмалова

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: i.akmalova@ttu.edu.kz)*

Использование биополимеров для создания биоразлагаемых материалов

В статье рассматриваются перспективы использования биополимеров для создания биоразлагаемых материалов, которые могут стать экологически устойчивой альтернативой традиционным синтетическим полимерам. Описаны основные типы биополимеров, такие как полилактид (PLA), полигидроксиалканоаты (PHA) и крахмал, а также их физико-механические свойства и способность к биодegradации. Особое внимание уделено проблемам массового внедрения биоразлагаемых материалов, включая вопросы стоимости производства, доступности сырья и технологических ограничений. Также обсуждаются экологические преимущества использования биополимеров, такие как снижение уровня пластикового загрязнения и углеродного следа. В статье проанализированы примеры успешного применения биополимеров в различных отраслях, включая упаковочную индустрию, медицину и сельское хозяйство, а также предложены направления для дальнейших исследований и развития технологий.

Ключевые слова: Биополимеры, биоразлагаемые материалы, полилактид (PLA), полигидроксиалканоаты (PHA), крахмал, биодegradация, экологическая устойчивость, пластиковое загрязнение, углеродный след, упаковочные материалы, зеленые технологии, экология, возобновляемые ресурсы, биоматериалы, снижение отходов, альтернативные полимеры.

Введение

Современное общество сталкивается с одной из самых серьезных экологических проблем – загрязнением окружающей среды, вызванным нерациональным использованием пластмасс и других синтетических материалов. Каждый год миллионы тонн пластиковых отходов оказываются на свалках, в океанах и природных экосистемах, нанося непоправимый вред экологии и здоровью человека. В условиях глобального кризиса, связанного с загрязнением окружающей среды, необходимы новые подходы к разработке материалов, которые могут минимизировать негативное воздействие на природу. Одним из таких подходов является использование биополимеров для создания биоразлагаемых материалов. Данная работа посвящена изучению свойств биополимеров, процессу их преобразования в биоразлагаемые материалы, а также их применению, преимуществам, ограничениям и перспективам развития.

Биополимеры представляют собой полимеры, которые образуются в живых организмах и могут быть получены из возобновляемых источников. К ним относятся такие природные полимеры, как целлюлоза, хитин, крахмал, белки и многие другие. Эти материалы обладают уникальными свойствами, которые позволяют им быть альтернативой традиционным синтетическим полимерам. Например, биополимеры могут быть более безопасными для здоровья человека и окружающей среды, так как они часто не содержат токсичных добавок и могут разлагаться под действием микроорганизмов. Кроме того, биополимеры имеют разнообразные физико-химические свойства, которые могут быть адаптированы под нужды конкретных применений, что делает их многообещающими кандидатами для создания новых экологически чистых материалов.

Процесс создания биоразлагаемых материалов на основе биополимеров включает несколько этапов, начиная от выбора исходного сырья и заканчивая формированием конечного продукта. Важно отметить, что для успешной разработки биоразлагаемых материалов необходимо учитывать не только

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

свойства самих биополимеров, но и технологии их переработки, а также условия, в которых эти материалы будут использоваться. Современные технологии позволяют создавать биоразлагаемые пленки, упаковку, текстиль и даже строительные материалы, которые могут успешно конкурировать с традиционными синтетическими аналогами. Однако, несмотря на все преимущества, с которыми связаны биополимеры, существует ряд ограничений и проблем, которые необходимо решить для их широкого внедрения в промышленность. К ним относятся высокая стоимость производства, ограниченное количество доступного сырья, а также необходимость создания эффективных технологий переработки.

Биополимеры и их производные широко распространены, разнообразны и важны для живых существ, они проявляют особые характеристики и имеют большую важность для разнообразного приложения. Эти свойства и возможность образования этих веществ с использованием возобновляемых ресурсов делают биополимеры популярным инициатива в промышленные приложения. В недавний годы, там имеет был, а увеличивается интерес в использование биоразлагаемых материалов для упаковки, медицины, сельского хозяйства и других областей [1, 2].

Биополимеры состоят из мономерных единиц, ковалентно связанных с образованием макромолекул. Там в первую очередь два класса биополимеров, а именно, природные биополимеры и синтетические биополимеры. Природные биополимеры получают из живых организмов, а синтетические биополимеры представляют собой макромолекулы, синтезированные с биомолекулами. Природные биополимеры далее делятся на полисахариды, белки, полинуклеотиды, полиизопрены, и полиэферы. Синтетические биополимеры может быть классифицировано согласно к способу из подготовка такой как, биополимеры синтезированный к добавлению, и конденсация полимеризация реакция являются перечисленные отдельно [3].

Биокompозит материалы являются материалы, изготовленные из двух или более составляющих биоматериалов, которые приводят к значительным свойствам, чем характеристики отдельных компонентов. Биоразлагаемость и другие свойства биополимеров в значительной степени зависят от структуры полимера. Свойства полимера можно разделить на три основных класса: (1) внутренние свойства, которые присущи самому полимеру; (2) технологические свойства, которые относятся к поведению материала во время формования; и (3) свойства продукта в принципе. определенный к комбинации из внутренних и обработка свойства. практикующий нужно больше подробный информация о обработка характеристики такой как вязкость, таять сила, таять поток индекс на различных этапах производства [4, 5].

Много из приложения из биополимеры может быть найденный в медицинский поле, такой как лекарство системы доставки, хирургические имплантаты, средства для закрытия и заживления ран, обладающие определенными свойствами, такими как биосовместимость, биodeградация до нетоксичных конечных продуктов, высокая биоактивность, низкая антигенность, способность к поддерживать клетка рост и распространение с соответствующий механический свойства, обрабатываемость до сложных форм с соответствующей пористостью, а также сохранение механической прочности. к фильм формирование и барьер характеристики, биополимеры являются широко использовал для приложения включая еду контейнеры, земля удержание листовое покрытие, сельское хозяйство фильм, напрасно тратить сумки и использовать как упаковка материал в целом. Они также популярны в таких областях, как разработка автомобилей, удаление опасных отходов, бумажная промышленность и разработка новых строительных материалов [6].

Введение пористости в биоматериал расширяет сферу его применения. Пористые материалы сделан от биополимеров имея характеристики такой как биосовместимость и биоразлагаемость представляют особый интерес для медицинских, косметических, фармацевтических и других приложений. Трехмерные каркасы для тканевой инженерии, «зеленая» упаковка, матрицы доставки и экологически чистые изоляционные материалы — вот лишь несколько примеров таких приложений.

Общая пористость является одним из важных структурных параметров матрицы, используемой в качестве пористого биоматериала. Общая пористость определяется как отношение общего объема пор к общему (или объемному) объему. Однако, для определенный приложения, общий пористость один делает нет иметь, а прямой влияние на его функции. Поры размер и поры взаимосвязанность являются более важный. Обычно, высокий общий Пористость достигается за счет плохих механических свойств. Внутри пористого биополимера могут быть закрытые (изолированные) поры и открытые (связанные)

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

поры. Взаимосвязь пор важна для доступности газ, жидкость, и твердые частицы подвески. Поры взаимосвязанность является определенным как соотношение из объема пор, доступный из матрицы, окружающей сферу известного диаметра, к общему объему пор [7].

Отдельно от общей пористость и поры взаимосвязанность, поры размер и поры размер распределение есть также важный для большинства виды из приложения. Поры размер <10 мкм, определенный как микропоры и Размер пор >50 мкм, считается макропорами.

Рисунок 1 демонстрирует пористые свойства пористого биоматериала.

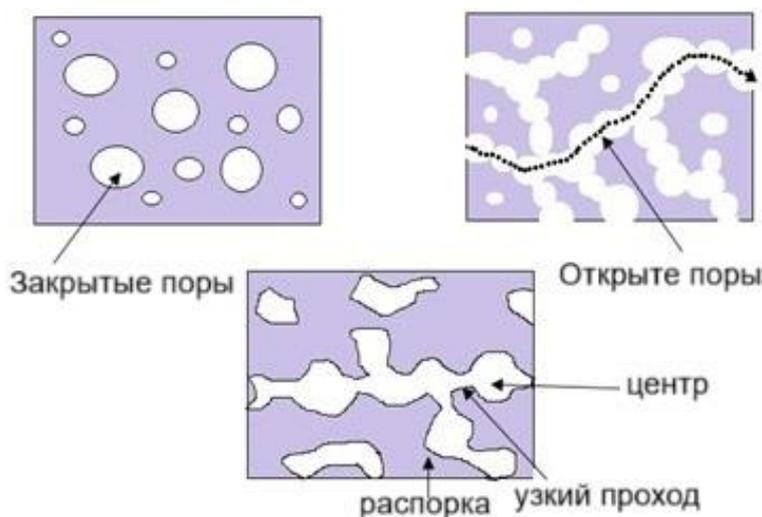


Рисунок 1. Пористый биоматериал.

Микропоры, обычно встречающиеся в стойках из пористых биоматериалов и подключен макропоры, являются часто нерегулярно распределенный вдоль тропа. Поэтому, там являются два отчетливых отверстия, а именно горло и желудок. Поры Морфология оказывает большее влияние на применение в тканевой инженерии, поскольку поведение клеток/тканей при врастании зависит от пористости структура. Если горло размер является очень маленький, клетки и/или ткани являются нет способный к проникать или прорастают в поры. Разработаны различные методы изготовления биоматериалов. Однако некоторые обработка методы делать нет гарантия высокий поры взаимосвязанность и большой горло, даже хотя обеспечивается высокая общая пористость [8].

Пористые каркасы могут быть изготовлены с использованием биополимеров с определенным отношением площади поверхности к объему, кристалличностью, размером пор и пористостью. Трехмерные пористые каркасы с повышенной пористостью, имеющие однородную взаимосвязанную сеть пор, необходимы для приложений тканевой инженерии. Идеальные размеры пор различаются для разных клеток и тканей. Пористые системы с контролируемым высвобождением должны содержать поры, которые достаточно велики для диффузии препарата [9].

Существует множество технологий производства пористых полимеров. Их можно разделить на две категории: разработанные методы производства и не разработанные методы производства. Не разработанные методы производства включают в себя сублимационную сушку или замораживание эмульсии, формование расплава, разделение фаз, литье растворителем или выщелачивание частиц, газовое вспенивание или обработку под высоким давлением, электропрядение и сочетание из этой техники. Разработано производство техника включает в себя 3D-печать, быстрое прототипирование твердых технологий свободной формы. Современный метод создания пористых структур с использованием биоразлагаемых волокон методом электропрядения является последней разработкой в этой области [9].

Физико-химические свойства. Биополимеры представляют собой высокомолекулярные соединения, которые образуются в живых организмах и играют ключевую роль в биологических процессах. Они могут быть классифицированы на три основные группы: полисахариды, белки и

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

нуклеиновые кислоты. В контексте создания биоразлагаемых материалов особое внимание уделяется полисахаридам и белкам, поскольку именно они обладают уникальными свойствами, позволяющими использовать их в качестве основы для разработки экологически чистых и безопасных для окружающей среды продуктов. Физико-химические свойства биополимеров определяются их молекулярной структурой, степенью полимеризации и взаимодействиями между молекулами. Одним из ключевых факторов, влияющих на физико-химические свойства биополимеров, является их гидрофильность или гидрофобность. Полисахариды, такие как крахмал, целлюлоза и хитозан, обладают высокой гидрофильностью, что делает их способными к взаимодействию с водой и другими полярными растворителями. Это свойство является критически важным для многих приложений, включая создание пленок и упаковочных материалов, поскольку оно влияет на водопроницаемость и прочность конечного продукта. Например, целлюлоза, будучи основным компонентом растительных клеток, обладает высокой прочностью и устойчивостью к механическим повреждениям, что делает ее идеальной для использования в упаковке и других промышленных приложениях.

С другой стороны, белки, такие как коллаген, желатин и казеин, имеют более сложную структуру, состоящую из аминокислотных остатков, которые могут образовывать различные вторичные и третичные структуры. Эти структуры определяют не только механические свойства белков, но и их взаимодействие с другими компонентами в композиционных материалах. Например, желатин, получаемый из коллагена, обладает отличной пленкообразующей способностью и может использоваться для создания биоразлагаемых пленок, которые обладают хорошими барьерными свойствами и могут быть использованы в упаковке продуктов питания [9].

Еще одним важным аспектом является термостойкость биополимеров. Многие биополимеры обладают низкой термостойкостью по сравнению с синтетическими полимерами, что ограничивает их применение в высокотемпературных условиях. Однако, модификация биополимеров с помощью различных химических методов может значительно улучшить их термостойкость и механические свойства. Например, кросс-связывание полисахаридов с помощью химических реагентов или физического воздействия может привести к образованию сетчатых структур, которые обладают повышенной прочностью и устойчивостью к термическому разрушению [10].

Важным свойством биополимеров является их биоразлагаемость. Биоразлагаемость определяется способностью материала разлагаться под действием микроорганизмов, таких как бактерии и грибы, в конечном итоге образуя углекислый газ, воду и биомассу. Полисахариды, такие как крахмал и целлюлоза, обладают высокой степенью биоразлагаемости, что делает их идеальными кандидатами для создания экологически чистых упаковочных материалов. В отличие от синтетических полимеров, которые могут разлагаться на протяжении сотен лет, биополимеры могут разлагаться всего за несколько месяцев, что значительно снижает их воздействие на окружающую среду.

Ключевым фактором, определяющим биоразлагаемость, является структура и состав биополимеров. Например, структура крахмала, состоящая из молекул глюкозы, легко расщепляется ферментами, вырабатываемыми микроорганизмами, что способствует его быстрой разложению. В то же время, некоторые полисахариды, такие как лигнин, обладают более сложной структурой и могут быть менее подвержены биоразложению. Это подчеркивает важность выбора подходящих биополимеров для конкретных приложений, учитывая их физико-химические свойства и степень биоразлагаемости.

В дополнение к вышеописанным свойствам, биополимеры также обладают уникальными оптическими и электрическими свойствами. Например, некоторые полисахариды могут проявлять флуоресценцию при определенных условиях, что открывает новые возможности для разработки сенсоров и других оптоэлектронных устройств. Кроме того, биополимеры могут быть использованы в качестве матриц для внедрения различных активных веществ, таких как антиоксиданты или консерванты, что расширяет их применение в пищевой промышленности и медицине.

Механические свойства биополимеров, такие как прочность на сжатие, растяжение и изгиб, также играют важную роль в их применении. Эти свойства зависят от молекулярной массы, степени кристалличности и наличия добавок. Например, целлюлоза обладает высокой прочностью на растяжение, что делает ее идеальной для использования в качестве армирующего компонента в композитных материалах. В то же время, добавление пластификаторов может значительно улучшить

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

гибкость и ударную вязкость биополимеров, что делает их более подходящими для использования в упаковке и других приложениях, где требуется высокая степень деформации.

Таким образом, физико-химические свойства биополимеров, такие как гидрофильность, термостойкость, биоразлагаемость, механические характеристики и оптические свойства, являются ключевыми факторами, определяющими их применение в создании биоразлагаемых материалов. Понимание этих свойств и их взаимосвязи позволяет разрабатывать новые материалы, которые не только соответствуют требованиям безопасности и экологии, но и обладают высокими эксплуатационными характеристиками. В результате, использование биополимеров в различных отраслях, включая упаковку, строительство, медицину и сельское хозяйство, становится все более актуальным и востребованным, что открывает новые горизонты для устойчивого развития и защиты окружающей среды.

Хитозан. Хитозан является производным от ацетилирования хитина, который является основным компонентом экзоскелета ракообразных (таких как крабы и креветки) и кости пластины каракатицы и кальмары. Хитин является признанным вторым по распространенности биополимером в природе. Также он является основным компонентом клеточной стенки грибов. Благодаря биологическим и механическим характеристикам хитозана, это вещество было использовано для производства порошков, гидрогелей, мембран, волокон, пористых каркасов и гранул, которые были исследованы с использованием различных биологических и медицинских приложений. Высокая приспособляемость хитозана для широкого спектра применений обусловлена высокой степенью химически активных аминогрупп, присутствующих в остатках D-глюкозамина. По сравнению с более высокоацетилированными хитозановыми каркасами, более низкоацетилированные хитозановые каркасы обладают меньшими размерами, большей механической силой, умеренной набухательной способностью и большей биологической активностью [10]. Структура хитозана показана на рисунке 2.

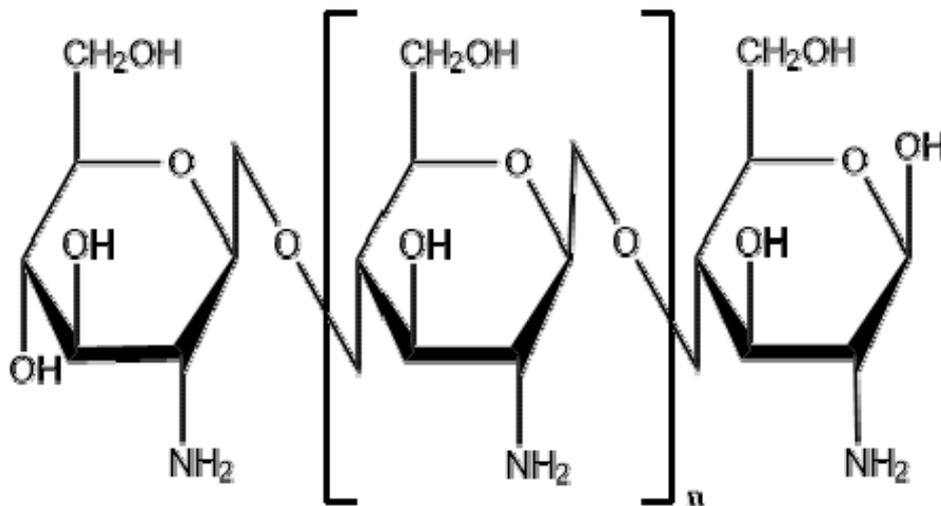


Рисунок 2. Химическая структура хитозана
[поли-(β -1/4)-2-амино-2-дезоксид-D-глюкопираноза].

Хитозан пористые мембраны может быть произведено и использовано как лес для термически индуцированного метода разделения фаз, при котором температура понижается до температуры замерзания, чтобы вызвать разделение фаз из полимера. Размер пор из строительного леса разнообразен согласно температуре и содержанию воды. Низкая температура и высокое содержание воды приведут к уменьшению размеров пор. Гидратированные пористые хитозановые мембраны имеют большую площадь поверхности и объем по сравнению с непористыми хитозановыми мембранами, но их эластичность и устойчивость к дроблению является меньше чем непористые мембраны. Устойчивость и эластичность можно улучшить добавлением глутаральдегида, полиэтиленгликоля, гепарина, или коллагена, но это может сделать хитозан нерастворимым в кислотах и в форме структуры с закрытыми порами.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Нве, Фуруике и Тамура сообщили что пористость из хитозан леса произведено к грибному мицелию был больше, чем что из хитозан полученный от краба ракушки и кальмар кость пластины. Самую низкую пористость имел хитозан из панцирей креветок. В процессе строительства лесов, когда хитозан растворился с уксусной кислота молекулярный выравнивание исчезнувший и с сублимационная сушка шаг образования водородных связей между полимерными цепями привел к взаимосвязи сети пор. Также было отмечено, что при использовании хитозана с низкой молекулярной массой образуются полигональные поры. и удлиненные поры последовало от хитозан с высокий молекулярный вес. Пористость, поры размер, и модель распределения пор очень повлияло на механические свойства, водопоглощение и паропроницаемость каркаса.

3D микропористый хитозан леса были произведено к растворению хитозан в уксусной кислота, затем перемешивают и, наконец, добавляют раствор в раствор NaOH. Здесь вспенивание достигается механическим перемешиванием без добавления химического вспенивающего агента. Отмечено, что диаметр пор хитозана строительные леса уменьшается с увеличивается перемешивание ставка из образец должный к высокому сдвигу сила принадлежащий гомогенизатор резка голова. Также, поры диаметр уменьшилось с уменьшение концентрация хитозана в растворе. Концентрации растворов хитозана менее 1% снижали вязкость образца для вспенивания и на другой рука концентрации больше чем 3%, вызванный образцы вязкость слишком высокая и прилипает к режущим головкам гомогенизатора, что приводит к трудностям при смешивании [10].

Пористые хитозановые матрицы могут быть использованы для удаления тяжелых металлов из загрязненной воды. Хитозан и хитозан, модифицированный микрочастицами глутаральдегида, были подготовлены для биосорбции Pb(II) и сравнены такие свойства, как морфология частиц, растворимость и характеристики пор. Это является сообщили что глутаральдегид сшитый хитозан производит более взаимосвязанных пор, чем у микрочастиц хитозана. Пористость увеличивается с долей используемого глутаральдегида для сшивания. The пропорция из сшивания агент был найденный к иметь нет влияние на размер частиц. Однако было обнаружено, что морфология поверхности изменилась под действием сшивающего агента.

Формирование из, а непористый кожа слой является, а барьер к клетке рост в салфетка инжиниринг скаффолды. Хитозан гидрогели были сфабриковано с плотный газ CO₂ и пористый структура на вершине, нижний поверхность и в крест разделы были полученный без формирования из, а непористый кожа слой. Должный к высокий пористости, сшитый хитозановый гидрогель, изготовленный в условиях плотного газа, показал более высокий коэффициент равновесного набухания, чем образцы, изготовленные в атмосферных условиях. Гидрогели показали равновесные коэффициенты набухания $17,2 \pm 0,8$ и $10,3 \pm 0,4$ в условиях плотного газа и атмосферных условиях соответственно.

Низкий вязкость и высокий диффузионность из сверхкритический CO₂ предложения изготовление из высоко пористый тканевая инженерия скаффолды. Хитозан гидрогель был сфабриковано с использованием сверхкритический CO₂ для имплантации клеток остеобластов. Гидрогель, изготовленный при 250 бар, 45 ° C, 2 ч при скорости потока CO₂ 5 г/мин, дал 87,03% пористость который был похожий к лиофилизации (88,68%) прооперирован в 55 ° C для 48 ч. Даже Хотя пористость одинакова для обоих условий, изготовление с использованием сверхкритического CO₂ оказалось более эффективным с точки зрения затрат времени и энергии.

Макропористый хитозан леса были развитый к нагрузке или с кость морфогенетический белки (BMP-2) или инсулиноподобный фактор роста (IGF-1) для изучения свойств заживления костей *in vivo*. Пористость создавалась путем механического перемешивания раствора хитозана с помощью гомогенизатора и переноса пузырился решение в натрий гидроксид решение к руководить жидкость закалка процесс. Хитозановый каркас с поры размеры от 70 к 900 мкм был полученный с использованием жидкость закалка метод. The эффективность поглощения из ИФР-1 и БМП-2 был найденный к быть $90\% \pm 2\%$ и $87\% \pm 2\%$, соответственно. В *in vivo* Исследования показали, что хитозановые каркасы, нагруженные IGF-1, показали значительную остеобластную дифференциацию, чем хитозановые каркасы, нагруженные BMP-2

Целлюлоза. Целлюлоза является большинство обильный органический полимер на землю. Это является, а важный структурный компонент первичной клеточной стенки растительных клеток и тканей. Строительным блоком полимера целлюлозы является моносахарид глюкоза молекулы.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Полимер состоит из повторной глюкозы единицы прикрепил вместе β -1,4-гликозидными связями, как показано на рисунке 3, β -1,4-гликозидная связь образуется путем ковалентного связывания кислорода с C1 одного глюкозного кольца и C4 соединительного кольца. Три гидроксильные группы, содержащиеся в повторяющемся звене, и их способность образовывать водородные связи между цепями целлюлозы отвечают за физические свойства целлюлозы.

Целлюлоза может быть синтезированной к грибам и некоторый разновидность из бактерии (Ацетобактерии ксилин). Бактериальная целлюлоза по химической структуре похожа на растительную целлюлозу, но в ней отсутствуют молекулы-загрязнители (лигнин и гемицеллюлозы). Следовательно, не требуются интенсивные методы очистки. В связи со значимостью из механической сила и биосовместимость, целлюлоза является широко использовал в салфетка инженерные приложения.

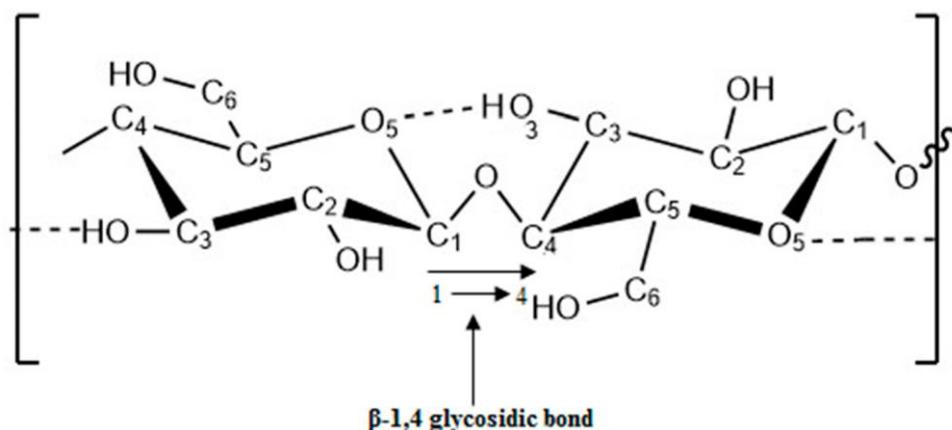


Рисунок 3. β -1,4 гликозидный связь из целлюлозы, единица.

Целлюлоза используется в качестве сырья в таких отраслях, как ветеринария, пищевая промышленность, производство волокон, текстильная промышленность, деревообработка, бумажная промышленность, косметический и фармацевтические препараты. Производные из целлюлозы также играть, а главный роль в приложения волокна, текстиль, покрытия, термопластик, пленки, фармацевтический технологии и как еда добавки.

Разработка из высоко пористой структура в целлюлоза является важным потому что из их потенциала использование в биомедицинских приложениях, фильтрации, контролируемом потоке жидкостей, авиационной, автомобильной, строительной и упаковочной промышленности.

Пены являются закрыто поры структуры с присутствие из полости что являются нет взаимосвязаны. Эти пены структуры использовал к усиливать легкость, влияние сила, мягкость, и термический изолирующий свойства в автомобильный, самолет, здание и упаковка промышленности. пористый структура может быть произведено путем введения вспенивающего агента в раствор полимера. Сверхкритический CO₂ широко используется в медицинских целях, поскольку CO₂ может быть полностью удален из продукта. В сверхкритическом процессе CO₂ быстрый разгерметизация ставки причина однородный поры распределения с закрыто поры. Уменьшение разгерметизация ставки воля производить широкий и большой поры размер распределения, и более взаимосвязанные поры.

Прямой добавление из антимикробный агенты к исходный еда формулировки может снижаться его концентрации на его поверхность должный к его диффузии в внутренней части из еды. Также, это может причина нейтрализация агента за счет взаимодействия с компонентами пищи. Контролируемое высвобождение антимикробного агента может быть достигнуто путем его загрузки в упаковочный материал для пищевых продуктов. Балдино и др. изготовили антимикробную мембрану из ацетата целлюлозы, используя сверхкритический CO₂ в качестве порообразующего агента. Ацетат целлюлозы растворялся с антимикробным агентом, помещенным в сосуд для подготовки мембраны и заполненным сверхкритическим CO₂. Затем сосуд промывали CO₂ и сбрасывали давление в течение

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

примерно 30 минут. Они наблюдали, что средний размер пор уменьшался с увеличением рабочего давления. Также наблюдалось, что размер пор уменьшался с уменьшением рабочей температуры.

Сублимационная сушка процесс и введение из поры формирование химикаты были успешно проверено для создания из пористой структура в целлюлоза материалы для здания изоляция приложения. The Введение различных веществ, которые производят CO₂, таких как пивные дрожжи, разрыхлитель и NaHCO₃, было протестировано на предмет образования пены в целлюлозных матрицах. Пористые структуры в целлюлозных изоляционных материалах были также получены путем сублимации воды в процессе сублимационной сушки.

Трехмерный макропористый каркас из бактериальной целлюлозы был разработан для культивирования клеток рака молочной железы, а поры с рисунком были созданы с помощью инфракрасного лазера. Различные размеры пор были способный к изготовить к регулировке расстояние между образцы и лазер фокус. В факт, поскольку раковые клетки были крупнее клеток ткани, была получена удовлетворительная биосовместимость с макропористым каркасом, полученным из бактериальной целлюлозы.

Коллаген. Коллаген является большинство обильный структурный белок в позвоночное тело. Оно является, а главный компонент соединительных тканей, кожи, костей, хрящей и сухожилий. Более того, коллаген является наиболее распространенным белком тип из внеклеточный матрица из подключения ткани, который обеспечивает структурный честность и придал механические и биохимические свойства. В настоящее время идентифицировано 28 типов коллагена, и среди эти, доминирующий коллаген подарок в внеклеточный матрица, в ткани такой как кожа, сухожилие и кость является тип I коллаген. Тип II коллаген, найденный в хрящ и тип III, происходит в кожа взрослого человека.

Коллаген белок имеет, а сложный иерархия из структурного заказа в начальный, вторичный, третичный и четвертичные структуры. В начальный структура, каждый третий аминокислота является, а глицин, с строгий повторяющийся как показано в рисунке 4. 35% из не глициновой позиции в повторяющийся единица являются состоять из пролин, в основном, находится в х-положении, а 4-гидроксипролин, преобладающий в у-положении. Во вторичной структуре, глицин и гидроксипролин единицы вести к форме, а спиральный макромолекула. В третичный структура, три спиральный единицы крутить к форме, а правша тройная спираль коллаген молекула как показано в Рисунок 4 б). В четвертичный структура, тройная спираль коллаген молекулы шататься в фибриллы, который затем согласованный в волокна или даже более крупные пучки волокон, как показано на рисунке 4 с).

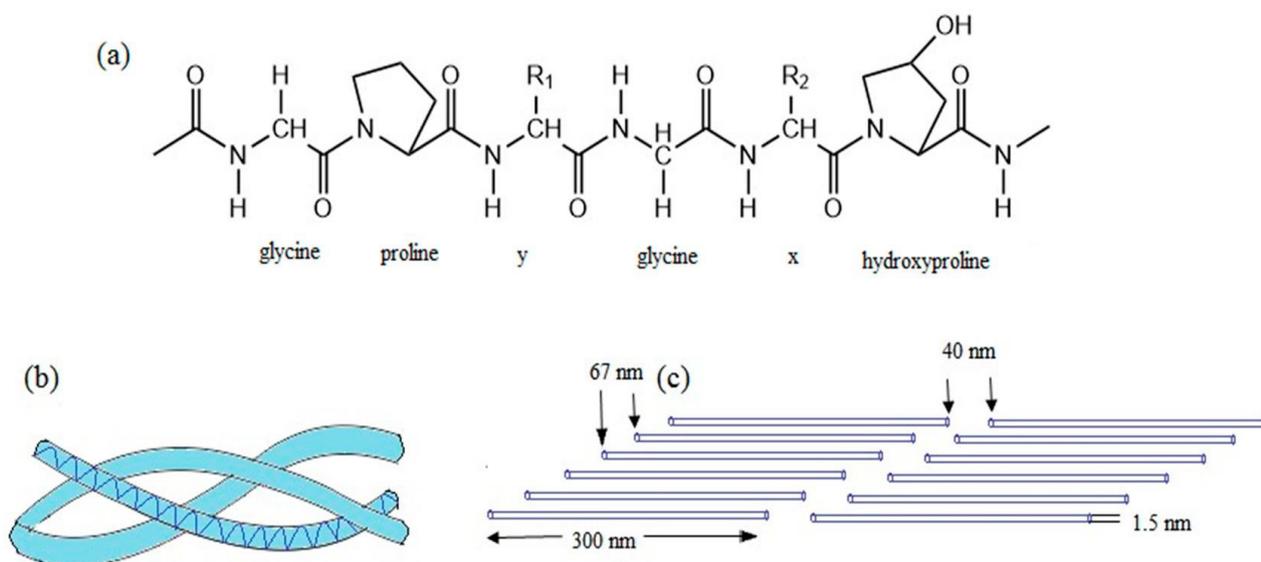


Рисунок 4. Химическая структура коллагена типа I (а) Первичная аминокислотная последовательность; (б) вторичная левозакрученная спираль и третичная правозакрученная тройная спираль; (в) ступенчатая четвертичная структура.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Коллаген является важным как, а биоматериал для различного приложения должный к его специфической характеристике такие как распространенность, биосовместимость, высокая пористость, простота обработки, возможность комбинирования с другими материалами, низкая антигенность, гидрофильность и всасываемость в организме. Коллаген может быть переработан в различные формы, такие как листы, губки, трубки, флисы, порошки, инъекционные растворы и дисперсии, которые затем могут использоваться в качестве систем для доставки лекарств, строительных материалов, способствующих миграции клеток, заживлению ран и регенерации тканей. Были разработаны различные методы модификации технологических характеристик коллагена, включая развитие пористости, для соответствия широкому спектру применений.

Кен и др. разработали пористый коллагеновый каркас с использованием частиц льда в качестве шаблонов. Шаблоны были приготовлены путем диспергирования капель воды на охлажденной медной пластине, обернутой перфторалкокси-фильмом. Лед шаблоны были охлажденный к $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и введен коллаген решение с последующим постепенный замораживание к $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Окончательно, лед кристаллы были удаленный к сублимационная сушка и были получены микроструктурированные поры. Были получены два типа пор; один из них является негативной репликой ледяных шаблонов и другой является от льда кристаллы развитый от сублимационная сушка. Поры размеры были способный к контролю к Температура замерзания. Снижение температуры замерзания привело к образованию каркасов с меньшими порами.

Коллагеновый каркас с контролируемые свойствами высвобождения инсулина был разработан методом сублимационной сушки для инженерии хрящевой ткани. Инсулин был микроинкапсулирован с поли (молочной- со -гликолевой кислотой) бусины и введен к коллаген водный Решение. Приготовлено лед твердые частицы были добавлен в раствор смеси коллагеновых гранул и подвергаются сублимационной сушке для получения необходимого размера пор каркаса. с взаимосвязаны поры структура был полученный с поры размеры эквивалент к лед твердые частицы. Лекарство выпускать исследования раскрытый что строительные леса выставленный, а ноль заказ выпускать кинетика из инсулина вверх к периоду 4 недели.

Высоко пористый гидрогель с улучшенный соль и рН сопротивление характеристики был приготовлено с использованием гидролизованый коллаген как позвоночник из гидрогель. Акрил кислота и 2-акриламидо-2-метилпропансульфоновая кислота были полимеризованы и сшиты для гидролиза коллагена позвоночник. пористый структура был достигнуто к частично нейтрализующий привитый полимер после образования геля. Поры образовались в геле из-за испарения воды в результате нейтрализации тепла.

Методы и материалы

Методы изготовления пористых материалов на биооснове больше связаны с выбором материала. Их можно разделить на три основных типа. Во-первых, натуральные полимеры, такие как коллаген и хитозан, чувствительны к теплу, поэтому для создания пористости в основном используется сублимационная сушка, хотя электропрядение также возможно. Во-вторых, синтетические полимеры, такой как Партизанская армия народного освобождения и НОАК, часто известный как термопластов, поэтому их можно изготавливать с помощью самых разных технологий. Биокерамику, такую как гидроксипатит трикальцийфосфат, обычно вводят в качестве добавок в полимерные матрицы, так как, чистые керамические матрицы страдают от низкой твердость. Сублимационная сушка, может быть, использовал к изготовить чистый керамика биоматериалы, но этот потребности использовать из спекания как, а постобработка шаг, который ведет к дополнительный пористость внутри стенок матрицы. Технологии изготовления пористых материалов можно разделить на две категории: разработанные технологии производства и не разработанный производство техники. Разработанный производство техника включает в себя 3D-печать, быстрое прототипирование твердых технологий свободной формы. Нестандартные технологии производства включают сублимационную сушку или замораживание эмульсии, литье растворителя или выщелачивание частиц, газовое вспенивание, разделение фаз, электропрядение и комбинацию этих технологий.

Растворитель Кастинг и Частицы Выщелачивание. Литье растворителем и выщелачивание частиц — один из самых простых и дешевых способов изготовления пористых каркасов. Рисунок 5

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

показывает подробный процесс технологии изготовления методом литья в растворитель-выщелачивания частиц. Сначала полимер растворяется в органическом растворителе. Затем в раствор добавляются частицы, в основном водорастворимые соли (например, хлорид натрия, цитрат натрия) с определенным размером. После этого смесь заливается в форму желаемой формы. Затем растворитель удаляется либо путем лиофилизации или испарение и допустимый соль частицы выщелоченный в полимер матрица. Наконец, форма погружается в водяную баню на время, достаточное для растворения частиц соли, выщелоченных внутри полимерной матрицы. Пористость и размер пор можно легко контролировать количеством и размером частиц соли, добавляемых в матрицу. Однако трудности, возникающие при удалении выщелоченных частиц соли из матрицы, ограничивают толщину матрицы 0,5–2 мм.

Взаимосвязанные пористый хитозан строительные леса был готовый с использованием натрий ацетат твердые частицы Метод выщелачивания. Натрий ацетат был смешанный с хитозан решение и впрыскивается в плесень. Тогда Форма была подвергнута сублимационной сушке и лиофилизации для испарения растворителя. После этого ее последовательно промывали серией растворов этанола (100%, 90%, 80%, 70% и 50% об. / об.) в течение 2 часов каждый и выщелачивали солью в дистиллированной воде в течение 48 часов.

Окончательно, лиофилизированный при температуре -70°C в течение 24 часов и лиофилизированный в течение 24 часов. Было замечено, что пористость и взаимосвязанность пор увеличиваются с увеличением содержания ацетата натрия. Более того, при 90%-ном содержании ацетата натрия между основными порами (200–500 мкм) образовалось множество мельчайших пор (7–30 мкм).

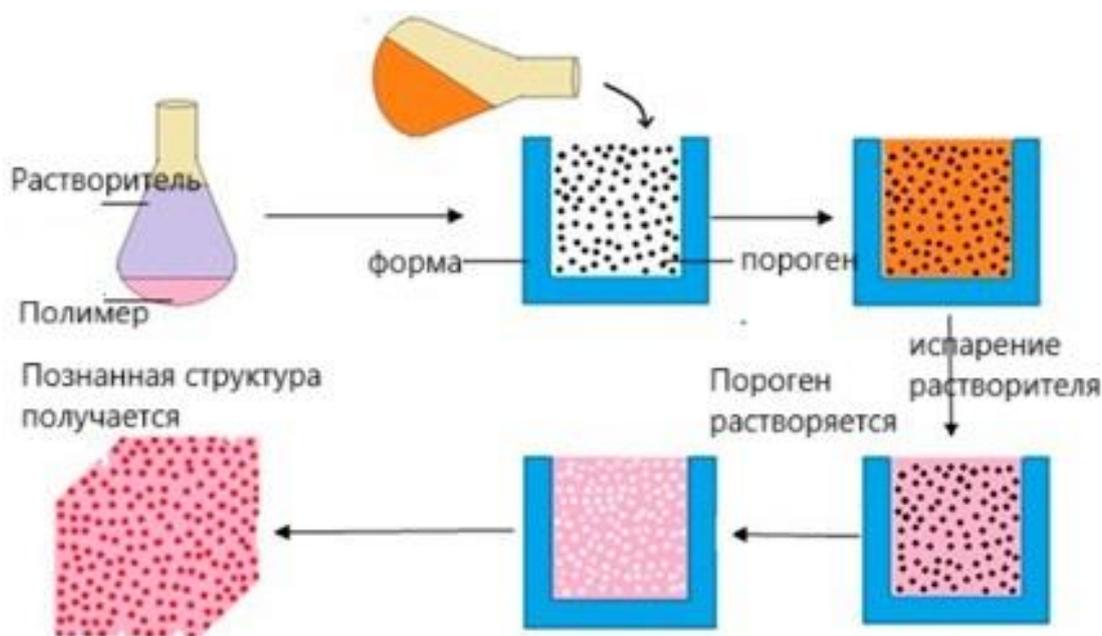


Рисунок 5. Схема диаграмма из растворителя литье и твердые частицы выщелачивание техника.

Термически индуцированный фаза разделение. Термически индуцированное фазовое разделение является простым и универсальным методом приготовления микропористых мембран. Этот метод включает растворение полимера в определенном растворителе, имеющем, а высокий кипящий точка и низкий молекулярный масса в повышенный температура к форме, а однородный раствор. Затем горячий полимер решение является бросать на а форма последовало к а охлаждение шаг. При охлаждении гомогенного раствора при высокой температуре происходит затвердевание и разделение фаз на фазу, богатую полимером, и фазу, бедную полимером. После удаления растворителя путем экстракции или сублимационной сушки образуется микропористая структура. Этот метод применим для широкого спектра полимеров, в том числе и тех, которые имеют плохую растворимость. Процесс термически индуцированного разделения фаз, может быть, использовал к генерировать макрос и микропористый структура с а общий пористость как высокий как

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

90%.

Поскольку этот метод имеет меньше влияющих факторов, таких как разбавитель, скорость охлаждения, концентрация полимера и добавки, он позволяет легко контролировать структуру мембраны. Поскольку разбавитель тесно связан с разделением фаз, различные разбавители вызывают различные структуры пор. Преимуществами этого метода являются простота процесса, высокая воспроизводимость, низкий уровень дефектов, высокая пористость и узкое распределение размеров пор.

Нано-гидроксиапатит/поли (L -молочная кислота) был разработан для инженерии костной ткани, а также морфологии, механических свойств и способности композита адсорбировать белки. леса был исследовано. пористость более чем 90% был легко достигнуто и Размеры пор можно было регулировать, изменяя параметры разделения фаз.

НОАК/НОАК леса были готовы с помощью термически индуцированный фаза разделение начиная от тройные системы, в которых диоксан является растворителем, а вода — нерастворителем. Пористость была в пределах от 87% к 92%. Средний поры размер, поры распределение, поры взаимосвязанность и Механические свойства зависели от сочетания рабочих условий, таких как соотношение растворителя и нерастворителя, концентрация полимера, температура и время смешивания [80].

Газ вспенивание. Газ вспенивание является существование использовал к изготовить полимеры с высокий пористость без с использованием любой органический растворитель. В этой технологии используется CO_2 под высоким давлением для насыщения полимера в изолированной камере в течение определенного периода времени. Для насыщения полимера требуется CO_2 под высоким давлением (56,25 килограмм-сила/см²). Когда полимер является насыщенный с CO_2 в высокое давление, межмолекулярный Взаимодействие между CO_2 и молекулами полимера усиливается, что приводит к снижению температуры стеклования. из полимера. Стремительный разгерметизация причины термодинамический нестабильность и ведет создание поры внутри полимер матрица. Этот техника является подходит для аморфных и полукристаллических полимеров с относительно низкой T_g или T_m и высокое сродство к CO_2 . Выщелачивание этих частиц соли, образовало взаимосвязанные открытые пористые структуры в полимерной матрице. Пористость, взаимосвязь пор можно контролировать, изменяя соотношение соли/полимера и размер частиц из соли частицы [85, 86]. Рисунок 6 отображает схема диаграмма из Газ CO_2 вспенивание устройство.

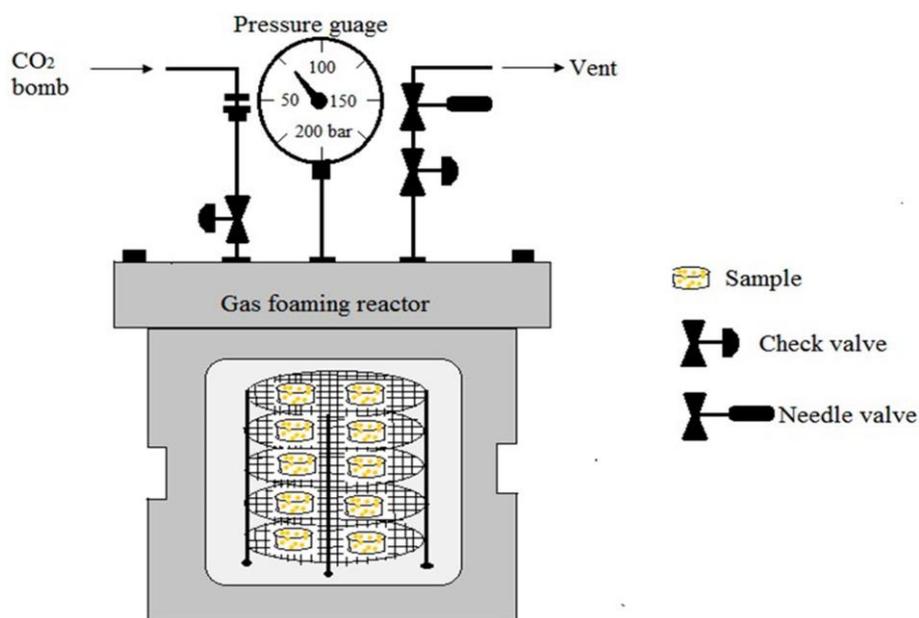


Рисунок 6. Схема устройства CO_2 газ вспенивателя

Эмульсия сублимационная сушка. При этом методе полимер растворяется в растворителе и

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

добавляется вода. Затем раствор полимерного растворителя и вода гомогенизируются до образования эмульсии. Перед разделением двух фаз эмульсия является быстро охлажденной к замку в жидкость состояние структура. Окончательно, растворитель и вода удалены сублимационная сушка. Рисунок 7 показывает схема диаграмма из эмульсия сублимационная сушка процесс. Этот метод может быть использован для получения уровня пористости выше 90% и для контроля размера пор для целевого применения. Пористость и структуру пор можно контролировать с помощью концентрации полимера, растворителя и воды. фаза процент, и сублимационная сушка параметры. Этот техника является выгодный. Однако из-за отсутствия этапа выщелачивания добавление органического растворителя вызывает опасения при использовании в тканевой инженерии.

Композитный каркас из гидроксиапатита/поли (гидроксибутират- ковалерата) был изготовлен с помощью эмульсия замораживание/сублимационная сушка процесс и эффект из полимера решение концентрация, растворитель и водной фазы на морфологию композитного каркаса. Было замечено, что при одинаковой объемной доле водной фазы пористость скаффолдов уменьшалась с увеличением полимер концентрация. Когда объем дробь из воды фаза был повысился, было обнаружено, что пористость увеличилась. Сообщалось, что полученные каркасы были высокопористыми и имели взаимосвязанные пористые структуры. Размеры пор в скаффолдах варьировались от нескольких микрон до примерно 300 мкм.

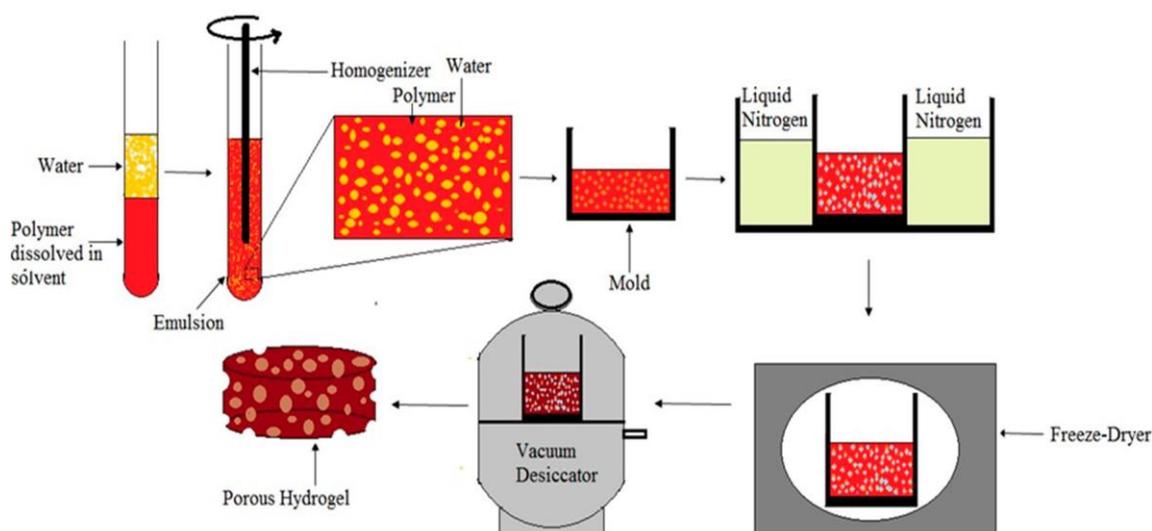


Рисунок 7. Диаграмма процесса эмульсия сублимационная сушка.

Стремительный прототипирование техника. Стремительный прототипирование, в целом известный как твердый свободная форма изготовление техника и один из наиболее перспективной методы проектирования и производства каркасов со 100% взаимосвязанными порами, полностью управляемой компьютером архитектурой с высокой пористостью. Присущие им ограничения, такие как длительные периоды изготовления, неполное удаление остаточных химикатов или летучих порогенных элементов, трудоемкость процессы, бедный повторяемость, недостаточный взаимосвязанность из поры и тонкий стена структуры, нерегулярно в форме поры, из общепринятой методы иметь вел к использовать стремительный прототипирование методы для настроить дизайн и изготовить 3D пористый леса. Все текущий стремительный прототипирование Методы основаны на использовании информации, полученной с помощью компьютерного проектирования, которая преобразуется в тип стереолитографии. файл формат. Стремительный прототип машина программное обеспечение процессы этот файл к производить, а твердый модель с помощью различных процессов. Начиная снизу, создается первый слой физической модели. следующий слой является склеенный или связанный к предыдущий слой. Этот процесс является продолжение до весь модель это завершено. Любой поддерживает являются удаленный от законченный поверхность модель и очищенный. Рисунок 8 отображает схема диаграмма из стремительный прототипирование техника.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

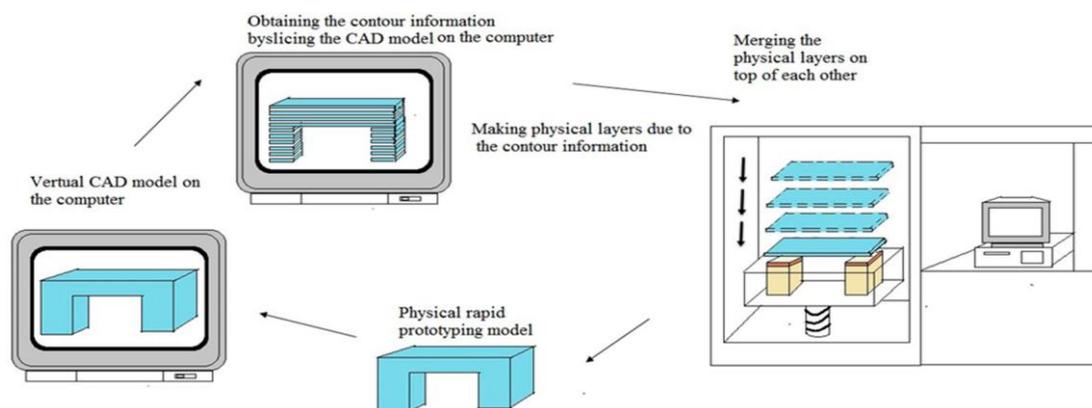


Рисунок 8. Диаграмма из стремительный прототипирование техника.

Основной преимуществами из стремительного процесса прототипирования являются стремительный обработка время, настройка и эффективность. Ограничения из этой методы высокие машина расходы, высокий обработка температуры ограничение способность к процессу полимеры, чувствительные к температуре, и необходимость междисциплинарного сотрудничества.

Гибридные каркасы из поли (L -лактида)/хитозана были разработаны с использованием метода быстрого замораживания прототипов. Это был найденный что механический характеристики из леса зависеть на соотношение из хитозановые микросферы поли (L -лактид) и криогенная температура, используемые в процессе изготовления прототипов методом быстрого замораживания. Результаты показали, что каркасы с большей пористостью и улучшенным распределением размеров пор по сравнению с методом быстрого прототипирования на основе дозирования.

3D Печать. 3D-печать, также известное как аддитивное производство, и струйный используется жидкое связующее вещество для печати для создания трехмерного объекта из данных цифровой модели. Эта техника включает печать жидким связующим веществом к связывать свободный пудра к создавать 3D объекты. Так как биоматериалы широко существовать как твердый или жидкая форма, большинство из их может быть напрямую использованный в этот технологии. The первый шаг из 3D печать является моделирование виртуальной модели из программного обеспечения автоматизированного проектирования (САПР) или анимационного моделирования. Машина использует эти данные как а руководство к печать.

Затем, а тонкий слой из пудры является депонированный на строительная платформа. На этапе печати машина считывает дизайн с данных цифровой модели, а печатающая головка выборочно наносит жидкий связующий раствор на порошок слой, формируя двухмерный рисунок. Этот процесс повторяется слой за слоем до тех пор, пока не будет завершено наложение слоев материала/связующего и не будет напечатана окончательная 3D-модель.

Окончательные объекты извлекаются из порошкового слоя путем удаления или растворения несвязанного порошка. Размер пор и расстояние между ними можно контролировать с помощью используемого рисунка. Преимуществом 3D-печати является контроль размера и распределения пор. Технологии быстрого прототипирования (RP) и 3D-печати создают модели слой за слоем с использованием автоматизированного проектирования. Но все еще есть некоторые различия, такие как 3D-принтеры обычно изготавливают более мелкие детали, 3D-печать стоит дешевле, меньше материала выборы для 3D принтеры, 3D принтеры являются меньше сложный и полегче к использовать чем стремительный Машины для прототипирования.

Цилиндрический леса из пять другой конструкции были сфабриковано с использованием, а уникальный смешивать из полимерных порошков на основе крахмала (кукурузный крахмал, декстран и желатин) с помощью процесса 3D-печати. Было отмечено, что каркас пористость переписывался к разработанный пористости. А уникальный микропористость в результате должный к пустоты сформированный между гранулы или частицы из массы материал. Микропористость из леса из всех конструкции оказались в диапазоне 0,335–0,590. Высококо связанная пористая сеть с подходящими механическими свойствами была изготовлена с использованием процесса 3D-печати.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

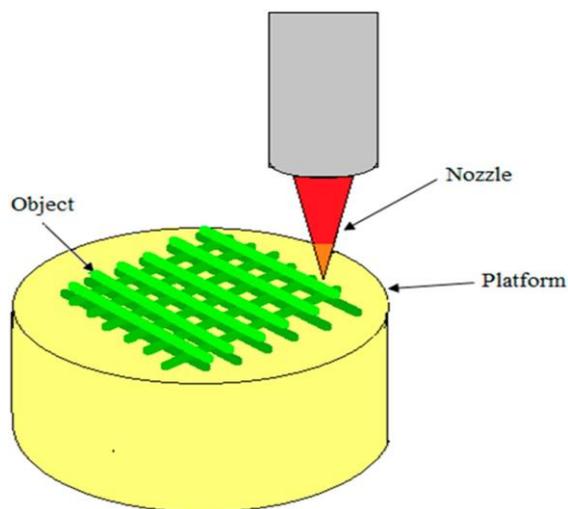


Рисунок 9. The схема диаграмма из 3D печать техника.

Рисунок 11 отображает принципиальную схему технологии быстрого прототипирования.

Для преодоления ограничений прямого метода был использован протокол не прямой 3D-печати. Подготовка из пористого леса. 3D структуры были сфабриковано к струйный печать жидкость капли связующего вещества на твердые частицы. В протоколе не прямой 3D-печати печатаются формы и конечные материалы являются бросать в форма полость. Сканирование электрон микрофотографии показал, что хорошо Взаимосвязанная, высокооткрытая, однородная архитектура пор (~100–150 мкм), которая необходима для равномерного засеивания клеток, пролиферации, роста и миграции в трех измерениях.

Электропрядение техника. А сочетание из два методы, а именно электрораспыление и спиннинг является применяемый в техника электропрядения к форма свободно подключен 3D пористый коврики с высокий пористость и высокий поверхность область. А сильное электрическое поле прикладывается к жидкости или расплаву, который может выдавливаться из металлической иглы шприца и действовать как один из электродов, как показано на рисунке 10.

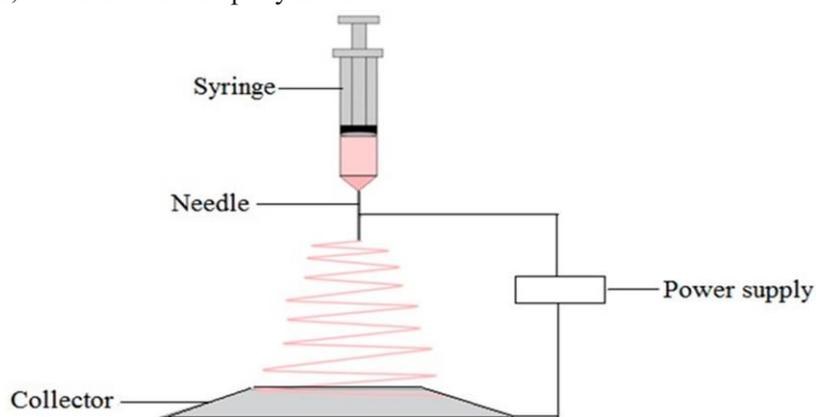


Рисунок 10. Принцип работы принтера

Когда электростатические силы преодолевают силы поверхностного натяжения жидкости, капля достигает конца иглы и деформируется. Затем тонкая заряженная струя полимерного раствора выбрасывается из кончика иглы к противозлектроду, что приводит к образованию непрерывных волокон. Диаметр волокон и пористость матрицы зависят от параметра такой как Напряжение,

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

полимер поток ставка, расстояние между иголки и пластины и концентрации полимера в растворе. В этой технике можно использовать широкий спектр полимеров. такой как синтетический полимеры, естественный полимеры или, а смешивать из оба. большинство важный вещь в электропрядение является что это может быть использовал с различный полимеры, оба в решение и таять форма. При электропрядении расплава не требуется растворение полимера в органическом растворителе, поэтому он безопасен для окружающей среды и не приводит к потере массы из-за испарения растворителя. Электропрядение можно использовать к инкапсулировать наркотики к волокну. Также, этот техника является большинство экономичный способ из производства нановолокон. Недостаток ехника является ограниченный контроль из поры размер. The поры размер из матрицы зависит от диаметра волокна. Волокна с меньшим диаметром приводят к образованию меньших средних размеров пор. К преодолеть этот ограничение, а двойной электропрядение настраивать имеет был развитый с дополнительный поток полимера, который действует как жертвенное волокно для увеличения пустотного пространства в матрице.

Пористый каркас, состоящий из биополимерных нановолокон, является одним из наиболее перспективных кандидатов для салфетки инжиниринг приложения. Несмешиваемый биополимеры из желатин и поликапролактон были первый электропрядильный к форма композитный волокно из желатин/поликапролактон. А выщелачивание метод был унесенный из генерировать пористый нановолокна к выборочно удалять вода растворимый компонент из желатин. После выщелачивание уход канавки, хребты, и эллиптический поры были появился на поверхность как хорошо, как внутри полученных отдельных нановолокон.

Электропрядение поли (ϵ -капролактон)/хитозан нановолокна были готовый к изучать э ф ф е к т ы хитозан концентрация на б ы ч и й сыворотка альбумин (БСА) белок выпускать поведение. Поли (ϵ -капролактон) (ПКЛ) и хитозан нановолокна с другой соотношения из хитозан были электропрядение с с использованием муравьиный кислота/уксусная кислота растворитель система. Основанный на на сканирование электрон микрофотография изображения, с увеличивается хитозан содержание в нановолокно выставленный, а выше волокно диаметр и поры размер. Кроме того, по сравнению с нановолокнами PCL/хитозан, нановолокна PCL/хитозан/BSA показали более высокую волокнистость диаметр и больше поры размер. Результаты показал, что хитозан соотношение затронутый существенно в Профиль высвобождения белка из смеси PCL/хитозан/BSA [10].

Результаты и обсуждение

Заключение данной работы на тему «Использование биополимеров для создания биоразлагаемых материалов» подводит итоги исследования, охватывающего широкий спектр аспектов, связанных с биополимерами и их применением в производстве экологически чистых, биоразлагаемых материалов. В ходе работы было рассмотрено множество ключевых вопросов, начиная от свойств биополимеров и заканчивая их перспективами в будущем.

Биополимеры представляют собой уникальную группу материалов, которые отличаются от традиционных полимеров своей природной основой и способностью к разложению под действием микроорганизмов. Они образуются из биомассы и могут быть получены из различных источников, включая растительные, животные и микробные. Это свойство делает их особенно привлекательными в контексте современных экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды пластиковыми отходами. В процессе исследования было установлено, что биополимеры обладают рядом уникальных свойств, таких как высокая биосовместимость, низкая токсичность и возможность переработки, что открывает новые горизонты для их применения в различных отраслях.

Процесс создания биоразлагаемых материалов на основе биополимеров включает несколько этапов, начиная с выбора исходного сырья и заканчивая формированием конечного продукта. В ходе работы было подробно рассмотрено, как различные технологии, такие как экструзия, литье и 3D-печать, могут быть адаптированы для работы с биополимерами. Эти технологии позволяют создавать материалы с заданными свойствами, которые могут использоваться в упаковке, строительстве, медицине и других областях. Например, биоразлагаемые упаковочные материалы, созданные на основе крахмала или полимолочной кислоты, становятся все более популярными благодаря своей способности разлагаться в естественных условиях, что значительно снижает нагрузку на экологию.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Применение биоразлагаемых материалов имеет множество преимуществ. Во-первых, они способствуют снижению объема отходов, которые накапливаются на свалках и в океанах. Во-вторых, использование биополимеров позволяет уменьшить зависимость от ископаемых ресурсов, таких как нефть, что является важным шагом к устойчивому развитию. Биоразлагаемые материалы также могут иметь положительное влияние на здоровье человека, так как многие из них не содержат токсичных добавок, которые могут выделяться из традиционных пластиковых изделий. В результате, переход на биоразлагаемые материалы может способствовать улучшению качества жизни и здоровья населения.

Однако, несмотря на все преимущества, использование биоразлагаемых материалов сталкивается с рядом ограничений и проблем. Одной из основных трудностей является высокая стоимость производства биополимеров по сравнению с традиционными пластиковыми изделиями. Это может ограничивать их внедрение на массовом рынке, особенно в условиях экономической конкуренции. Кроме того, не все биополимеры обладают достаточной прочностью и устойчивостью к внешним воздействиям, что может ограничивать их применение в некоторых сферах. Также следует учитывать, что процесс разложения биоразлагаемых материалов может варьироваться в зависимости от условий окружающей среды, что иногда приводит к непредсказуемым последствиям.

Перспективы развития биоразлагаемых материалов выглядят многообещающими. С каждым годом растет интерес к экологически чистым технологиям, и многие компании начинают инвестировать в исследования и разработки в этой области. Ученые работают над созданием новых видов биополимеров, которые будут обладать улучшенными свойствами, такими как повышенная прочность, термостойкость и устойчивость к влаге. Кроме того, развитие технологий переработки и утилизации биоразлагаемых материалов может значительно улучшить их жизненный цикл и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

В заключение, использование биополимеров для создания биоразлагаемых материалов представляет собой важный шаг на пути к устойчивому развитию и решению проблемы загрязнения окружающей среды. Несмотря на существующие ограничения и проблемы, потенциал биоразлагаемых материалов огромен. Они могут стать ключевым элементом в переходе к более экологически чистым технологиям и способствовать созданию более безопасного и здорового будущего для всех. Исследования в этой области продолжаются, и с каждым годом мы становимся все ближе к созданию эффективных и доступных решений, которые помогут нам справиться с вызовами, стоящими перед человечеством в XXI веке.

Список литературы

- 1 Александров Д. В., Гаянова К. Р., Нуруллина А. Р. Актуальность использования биоразлагаемых полимеров // Секция 4.1. пути совершенствования военной подготовки в институте военно-технического образования. – 2020. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_44579381_93509499.pdf#page=175 (дата обращения: 15.09.2024).
- 2 Аббасов И. Б. Применение некоторых биоразлагаемых полимеров в медицине. – 2023. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_50389132_34545876.pdf (дата обращения: 15.09.2024).
- 3 Алехина Р. А., Славкина В. Э., Лопатина Ю. А. Возможности применения биоразлагаемых полимерных материалов в аграрном секторе // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2020. – Т. 67. – №. 2. – С. 115-120. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43061944> (дата обращения: 15.09.2024).
- 4 Балабанова А. А. Создание биоразлагаемых полимерных материалов как способ решения глобальной экологической проблемы // Биохимическая физика. – 2021. – С. 19-22. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47499332> (дата обращения: 15.09.2024).
- 5 Балов А., Ашпина О. Мировой рынок биополимеров // The Chemical Journal. – 2012. – №. 3. – С. 48-53. URL: https://tcj.ru/wp-content/uploads/2013/12/2012_3_48-54_conjectura.pdf (дата обращения: 15.09.2024).
- 6 Беркетова Лидия Владиславовна, Полковникова Василина Александровна К ВОПРОСУ ОБ ЭКО-, СЪЕДОБНОЙ И БЫСТРОРАЗЛАГАЮЩЕЙСЯ УПАКОВКЕ В ПИЩЕВОЙ ИНДУСТРИИ // Бюллетень науки и практики. 2020. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ekosedobnoy-i-bystrorazlagayuscheysya-upakovke-v-pischevoy-industrii> (дата обращения: 16.10.2024).

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

7 Битиева С. С., Григорян А. Г., Дзигоева Л. В. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКИ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. URL: <https://school-journal.ru/static/2021/5/323/pdf/ArticleFile-2021-1-323.pdf> (дата обращения: 15.09.2024).

8 Богатова И. Б. Получение биосинтетических полимерных упаковочных материалов решение проблемы полимерного мусора // Вестник Волжского университета им. ВН Татищева. – 2015. – №. 1 (23). – С. 95-100. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-biosinteticheskikh-polimernyh-upakovocnyh-materialov-reshenie-problemy-polimernogo-musora> (дата обращения: 15.09.2024).

9 Валеева Н. Ш., Хасанова Г. Б. Биополимеры – перспективный вектор развития полимерной промышленности // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – №. 22. – С. 184-187. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biopolimery-perspektivnyy-vektor-razvitiya-polimernoy-promyshlennosti> (дата обращения: 15.09.2024).

10 Васильева Н. Г. Биоразлагаемые полимеры // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – №. 22. – С. 156-157. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biorazlagayemye-polimery> (дата обращения: 15.09.2024).

I.M. Akmalova

The use of biopolymers to create biodegradable materials

The article discusses the prospects for using biopolymers to create biodegradable materials that can become an environmentally friendly alternative to traditional synthetic polymers. The main types of biopolymers, such as polylactide (PLA), polyhydroxycanoats (PHA) and starch, as well as their physical and mechanical properties and the ability to biodegradation, are described. Particular attention is paid to the problems of the massive implementation of biodegradable materials, including issues of production, the availability of raw materials and technological restrictions. Environmental advantages of using biopolymers, such as a decrease in plastic pollution and carbon trace, are also discussed. The article analyzes examples of the successful use of biopolymers in various industries, including the packaging industry, medicine and agriculture, as well as areas for further research and development of technology.

Key words: Biopolymers, biodegradable materials, polylactide (PLA), polyhydroxycanoats (PHA), starch, biodegradation, environmental stability, plastic pollution, carbon trace, packaging materials, green technologies, ecology, renewable resources, biomaterials, waste reduction, alternative polymers.

References

1 Aleksandrov D. V., Gayanova K. R., Nurullina A. R. Relevance of Using Biodegradable Polymers // Section 4.1. ways to improve military training in the institute of military-technical education. – 2020. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_44579381_93509499.pdf#page=175 (accessed: 15.09.2024).

2 Abbasov I. B. Application of Some Biodegradable Polymers in Medicine. – 2023. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_50389132_34545876.pdf (accessed: 15.09.2024).

3 Alekhina R. A., Slavkina V. E., Lopatina Y. A. Opportunities for the Use of Biodegradable Polymeric Materials in the Agricultural Sector // Electrical technologies and equipment in agriculture. – 2020. – Vol. 67. – No. 2. – P. 115-120. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43061944> (accessed: 15.09.2024).

4 Balabanova A. A. Creation of Biodegradable Polymeric Materials as a Solution to the Global Environmental Problem // Biochemical physics. – 2021. – P. 19-22. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47499332> (accessed: 15.09.2024).

5 Balov A., Ashpina O. The Global Biopolymer Market // The Chemical Journal. – 2012. – No. 3. – P. 48-53. URL: https://tcj.ru/wp-content/uploads/2013/12/2012_3_48-54_conjectura.pdf (accessed: 15.09.2024).

6 Berketova Lidia Vladislavovna, Polkovnikova Vasilina Alexandrovna On the Issue of Eco-, Edible and Fast-Degradable Packaging in the Food Industry // Bulletin of Science and Practice. 2020. No.10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-eko-sedobnoy-i-bystrorazlagayusheysya-upakovke-v-pischevoy-industrii> (accessed: 16.10.2024).

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

7 Bitieva S. S., Grigoryan A. G., Dzgoeva L. V. Production of Polymeric Film from Plant Materials. URL: <https://school-journal.ru/static/2021/5/323/pdf/ArticleFile-2021-1-323.pdf> (accessed: 15.09.2024).

8 Bogatova I. B. Production of Biosynthetic Polymeric Packaging Materials as a Solution to the Problem of Polymer Waste // Bulletin of Volzhsky University named after V. N. Tatischev. – 2015. – No. 1 (23). – P. 95-100. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-biosinteticheskikh-polimernyh-upakovochnyh-materialov-reshenie-problemy-polimernogo-musora> (accessed: 15.09.2024).

9 Valeyeva N. Sh., Khasanova G. B. Biopolymers - a Promising Vector for the Development of the Polymer Industry // Bulletin of Kazan Technological University. – 2013. – Vol. 16. – No. 22. – P. 184-187. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biopolimery-perspektivnyy-vektor-razvitiya-polimernoy-promyshlennosti> (accessed: 15.09.2024).

10 Vasilyeva N. G. Biodegradable Polymers // Bulletin of Kazan Technological University. – 2013. – Vol. 16. – No. 22. – P. 156-157. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biorazlagaemye-polimery> (accessed: 15.09.2024).

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

ГТАМР 56.17
ӘӨЖ 628.4

[DOI: 10.4411/s0031-019-367](https://doi.org/10.4411/s0031-019-367)

А.С. Утегул

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail a.utegul@ttu.edu.kz)*

Энергия сақтау материалдары: Жаңа буын литий-ионды батарея электродиттерін дамыту

Жаңартылатын энергия көздері тұрақты қоғам құрудың басым құрамдас бөлігі ретінде қарастырылғанымен, оларды пайдалану энергия сақтау технологияларының тиімділігі мен тұрақтылығына байланысты. Қолжетімді және экологиялық таза химиялық/материалдары бар батареяларды сақтау технологияларын дамыту тұрақты энергетикалық технологиялардың бүкіл тұжырымдамасының ажырамас элементі ретінде қарастырылуда. Қолданыстағы қайта зарядталатын батарея технологияларының ішінде литий-ионды батареялар жұмыс өнімділігі бойынша алдыңғы қатарда. Материалдардың құнын, элементтердің көптігін және ұяшық компоненттерінің уыттылығын ескере отырып, литий-ионды батареялардың тұрақтылығына қатысты мәселелер бар. Мұнда тұрақтылық тұрғысынан қайта зарядталатын батареялардың қолданыстағы технологиялары талқыланады. Содан кейін алдымен Li⁺-иондық технологиялардың тұрақтылығын арттыруға бағытталған соңғы зерттеу стратегиялары талқыланады. Осыдан кейін литий-иондық технологиядан тыс, тұрақты химиясы мен материалдары бар жаңа батарея жүйелері ерекшеленіп, келешекте қарастырылады.

Түйін сөздер: Литий-ионды батареялар, энергия сақтау, электродиттер, тұрақты энергетика, аккумулятор технологиялары, қайта зарядталатын батареялар, экологиялық таза материалдар, энергия тығыздығы, қауіпсіздік, инновациялық батарея жүйелері.

Kipicne

Жаһандық энергия тұтыну халық санының өсуімен және жылдам индустрияландырумен үздіксіз өсіп келеді, бұл энергия өндіруде де, энергия сақтау технологияларында да тұрақты жетістіктерді талап етеді.[1] Адамзат қоғамына үлкен әл-ауқат әкеле отырып, энергияға деген сұраныстың артуы энергия ресурстарына қиындықтар туғызады және кәдімгі қазба отындарын тұтыну парниктік газдар шығарындыларының артуына себеп болады.[2] Сондықтан тұрақты энергетикалық болашақ үшін энергияны өндіруге, сақтауға, жеткізуге және тұтынуға қатысты жаңа технологиялар мен жаңа ойлау тәсілдері қажет.[3] Энергия қауіпсіздігін арттыру және қазба отындарының денсаулыққа және қоршаған ортаға тигізетін теріс әсерін азайту үшін жаңартылатын энергия көздерін зерттеуге көбірек көңіл бөлінді, олардың арасында күн, жел, толқын және толқын энергиялары қазіргі уақытта табысты секторлар болып табылады.[4] Дегенмен, жаңартылатын энергиялар әдетте бақылауға келмейтін сыртқы факторларға байланысты үздіксіз қол жетімді емес. Осы таза энергиялардың үзіліс мәселесін шешу талаптары өте қарқынды дамып келе жатқан зерттеу саласын — электр энергиясын (немесе энергияны) сақтауды тудырды.[5]

Батареяларды сақтау жүйелері энергия жүйелерінде үзіліссіз жаңартылатын энергияларды тиімді біріктірудің негізгі шешімдерінің бірі ретінде пайда болуда.[6] Қуат кабелінсіз, қайта зарядталатын батареяларды орнату қазіргі өмірімізді қолдайтын мобильді электрониканың кең түрлерін қуаттайды.[7] Жоғары қуатты және жоғары энергия тығыздығы бар қайта зарядталатын батарея технологиялары да қазіргі уақытта көлікті электрлендіру үшін қарқынды даму үстінде.[8] Коммуналдық масштабтағы батареялар артық генерацияны сақтау және жаңартылатын энергияны. Осы тұрғыдан алғанда, біз алдымен тұрақтылық тұрғысынан қазіргі уақытта бар қайта зарядталатын батарея технологияларына шолу жасаймыз. Энергияны сақтау өнімділігіне келетін болсақ, литий-

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

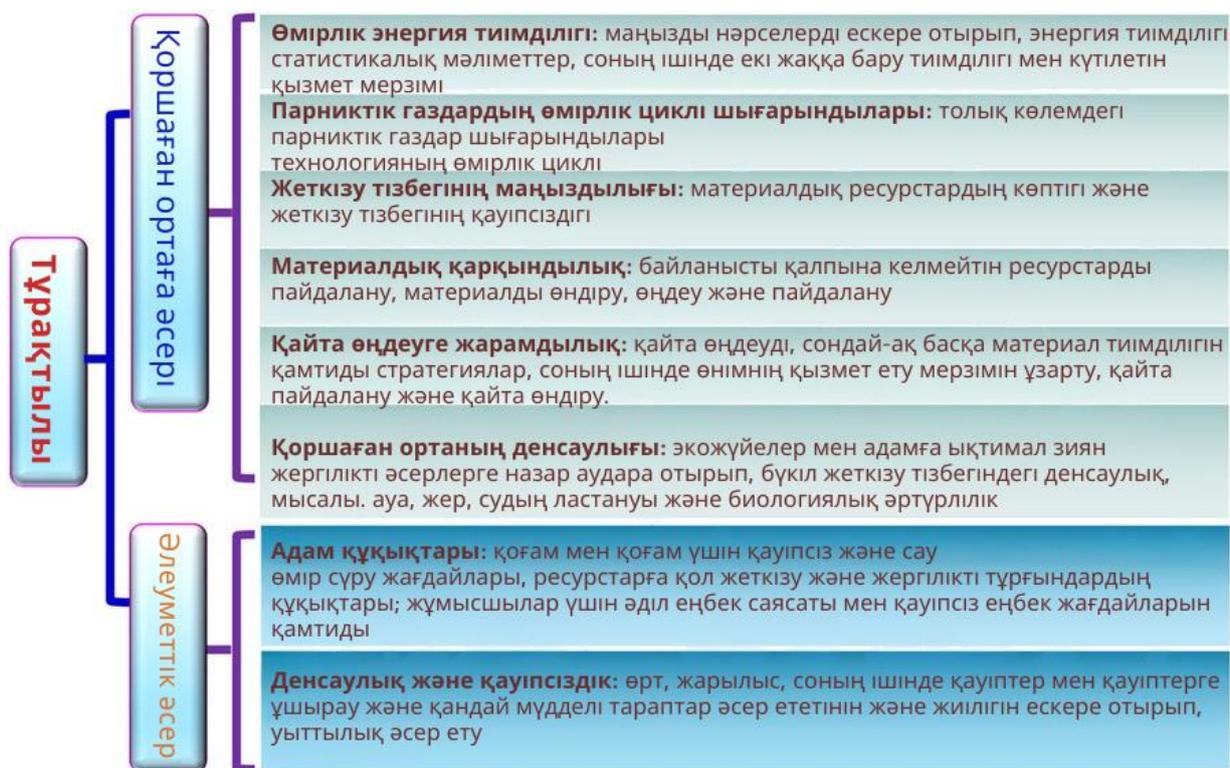
ионды батареялар энергияның тығыздығы мен қуат тығыздығы бойынша барлық басқа қайта зарядталатын батареялар химиясынан көш бастап тұр. Дегенмен, литий-ионды технологияның ұзақ мерзімді тұрақтылығы туралы мәселелер материалдардың уыттылығын және қарапайым ресурстардың орындылығын, құнын және қолжетімділігін зерттегенде айқын көрінеді. Соңғы зерттеулердің жетістіктеріне сүйене отырып, алдымен литий-ионды технологиялардың тұрақтылығын арттыруға бағытталған стратегиялар мен тәсілдер талқыланады. Содан кейін тұрақтылық үшін үлкен экономикалық және экологиялық ынталандыруды ұсынатын қол жетімді және уытты емес химиялық және материалдары бар литийден тыс дамып келе жатқан және ең озық батарея технологиялары бөлектеледі және перспективалы болады. шығаруды нығайту арқылы желіге жаңартылатын қуат көздерінің үлкен қосылуына мүмкіндік береді деп күтілуде.[9] Тасымалданатын қуат көздерінен тасымалдау масштабындағы және желілік қолданбаларға дейін кеңейте отырып, электрохимиялық сақтау жүйелерін жобалау материалдардың құнын/көптігін, жасушалық химияның экологиялық/экологиялық тиімділігін, сондай-ақ өмірлік циклі мен қауіпсіздігін ескеруі керек. талдау.[10] Қазіргі уақытта бар бірнеше қайта зарядталатын батарея технологиялары жоғарыда аталған тұрақтылық талаптарының кейбірін қанағаттандыруы мүмкін. Дегенмен, энергия сақтау сыйымдылығының бар ішкі шектеулері немесе технологиялық кедергілер ауқымды қолданбаларға орналастыруға кедергі жасайды.[11]

Әдістер мен материалдар

Жалпы алғанда, батареялар энергияны жинақы және үнемді сақтау, жылжымалы бөлшектер мен улы құрамдас бөліктер әсер етпей портативті және ластанбай жұмыс істеу, жеткілікті жоғары қуат пен қуат тығыздығы, жоғары жалпы энергия тиімділігі, ұзақ цикл үшін тамаша шешімдерді қамтамасыз етуге арналған. қызмет ету мерзімі, жеткілікті қызмет ету мерзімі және сақтау мерзімі.[12] Бүгінгі таңда қол жетімді коммерциялық батареялар бейорганикалық немесе органикалық табиғаттағы аккумулятордың әртүрлі химиялық құрамы мен материалдарын пайдаланады.[13] Барлық батарея жүйелерін бастапқы (қайта зарядтамайтын) және қайта зарядталатын (қайта зарядталатын) жүйелер деп жіктеуге болады. Қайта зарядталмайтын батареялар электрлі көліктерге немесе желіні сақтау мақсаттарына жарамайды және бұл шолудың аясынан тыс. Тұтыну нарығындағы ондаған жылдар бойы бәсекелестік нәтижесінде қайта зарядталатын батарея технологиясының үш түрі аман қалды және қазіргі уақытта электрохимиялық энергия сақтау нарығында үстемдік етуде. Олар қорғасын-қышқылды (Pb-қышқыл) аккумуляторлар, никель-металлгидридті (Ni-MH) батареялар және литий-ионды батареялар.[14]

Батарея технологияларының тұрақтылығын бағалау үшін пайдалануға болатын тұжырымдамалық бағалау жүйесі 1-суретте көрсетілген, онда негізгі критерийлер қоршаған ортаға және әлеуметтік әсер санаттарына сәйкес анықталған. 2-суретте қазіргі уақытта нарықта үстемдік ететін үш батареяның жан-жақты жұмыс сипаттамалары мен тұрақтылық деңгейлері көрсетілген. Жұмыс параметрлері бойынша Li⁺-иондық аккумуляторлар Pb-қышқылды және Ni-MH батареяларына қарағанда көптеген көрсеткіштер бойынша айтарлықтай артықшылық көрсетеді (2-сурет), бұл ұяшық жүйесіне үлкен коммерциялық және академиялық қызығушылықты түсінуді жеңілдетеді.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

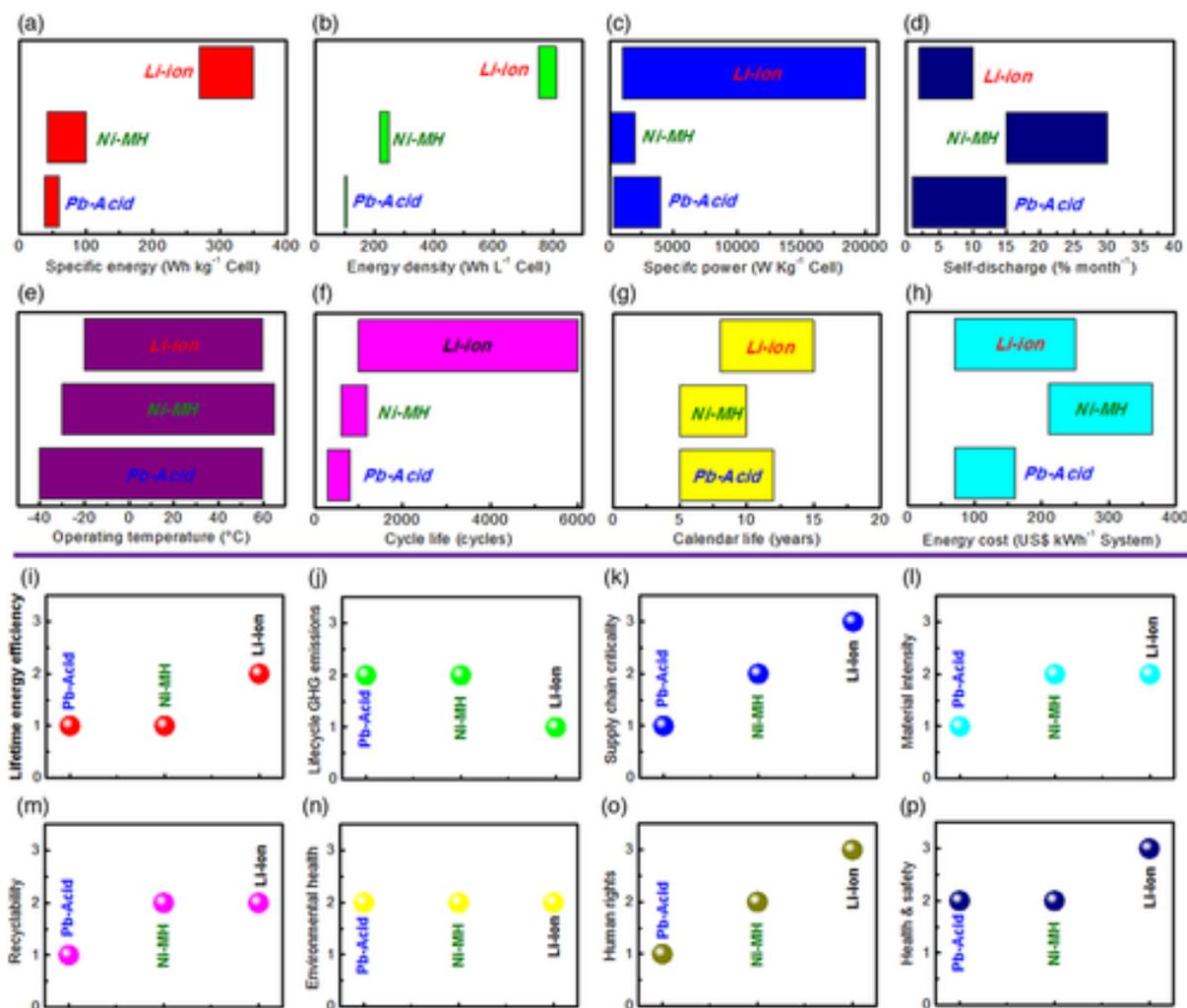


Сурет 1. Батарея технологияларының тұрақтылығын анықтау үшін тұжырымдамалық бағалау негізі. Критерийлер қоршаған ортаға және әлеуметтік әсерлерге қатысты анықталған.

Pb-қышқылды аккумуляторлар қазіргі уақытта бүкіл әлемде ең көп қолданылатын қайта зарядталатын батареялар болып табылады, өйткені олардың жоғары бағасы төмен.[15] Pb-қышқылды аккумуляторлардың басқа артықшылықтарына төмен өздігінен разрядтау жылдамдығы және төмен температурада жұмыс жатады.[16] Тұрақтылық тұрғысынан Pb-қышқылды аккумуляторлар материалдардың қолжетімділігі мен үнемділік талаптарына сәйкес келеді. Дегенмен, қорғасын улы элемент ретінде белгілі, ал күкірт қышқылы әдетте қауіпті материал ретінде қарастырылады. Улы элементтер мен қауіпті күкірт қышқылын пайдалану Pb-қышқылды аккумуляторларды іштей тұрақсыз ететініне қарамастан, батареялардың бұл түрлері ғасырдан астам уақыт бойы қолданылып келеді және бүгінде жолдағы әрбір дерлік көлікте қолданылады.[17] Ол Pb-қышқылды аккумуляторлар жаһандық деңгейде 99%-дан астам қалпына келтіру және қайта өңдеу көрсеткіштеріне қол жеткізгендіктен, осы уақытқа дейін іс жүзінде күрделі және төзгісіз экологиялық тұрақтылық проблемасын тудырған жоқ.[18] Pb-қышқылды аккумуляторлар бойынша жүргізіліп жатқан зерттеу жұмыстарының көпшілігі олардың қызмет ету мерзімін ұзартуға, зарядтау жылдамдығын арттыруға және басқа жұмыс параметрлерін жақсартуға бағытталған.[19] Бірақ олардың материалды уыттылық мәселесі ішкі болып табылады және оны технологиялық инновациялар арқылы жеңу мүмкін емес.

Ni-MH батареялары 1989 жылы коммерциялық түрде ұсынылды және көптеген санаттардағы Pb-қышқылды аккумуляторларға жоғары жұмыс өнімділігін ұсына алады (2-суретте көрсетілгендей).[20] Дегенмен, жоғары қымбат гидридті сақтайтын металл қорытпалары Ni-MH жүйелерін қымбат етеді. Гидридті сақтайтын материалдардың кейбір элементтері табиғатта азырақ кездеседі. Li⁺-иондық аккумуляторлардың құнының төмендеуімен Ni-MH батареялары қазіргі уақытта үш басым қайта зарядталатын батарея технологиясының ішіндегі ең қымбаты болып табылады.[21] Li⁺-иондық аккумуляторлар жоғарырақ энергия тығыздығын ұсынатындықтан және Pb-қышқылды батареялар арзанырақ болғандықтан, Ni-MH батареялары жаңадан пайда болатын желі энергиясын сақтау үшін маңызды көрсеткіштерді көрсетпейді.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»



Сурет 2. Ағымдағы қайта зарядталатын батарея технологияларының жұмыс өнімділігі мен тұрақтылығын бағалау. а–h) Қазіргі уақытта басым қайта зарядталатын батареялардың: қорғасын-қышқылды (Pb-қышқыл), никель-металл гидридті (Ni-MH) және литий-ионды аккумуляторлардың негізгі энергия сақтау қасиеттерін және жұмыс сипаттамаларын салыстыру. Нәтижелер өнеркәсіптік деректердің көптеген ресурстарынан жинақталған. i–p) Pb-қышқыл, Ni-MH және Li⁺-ионды батареялардың әртүрлі критерийлер бойынша тұрақтылығын жалпы әсерді бағалау. Тапсырыстар келесідей анықталады: 1: төмен, 2: орташа, 3: жоғары.

Дегенмен, Ni-MH жұбы жасыл жасушалық химияны білдіреді, өйткені қолданылған улы материалдар жоқ.[22] Сонымен қатар, төмен реактивті электродтық материалдарды және су негізіндегі электролиттерді пайдалану Pb-қышқыл және Li⁺-ион жүйелеріне қарағанда Ni-MH батареяларын табиғи түрде қауіпсіз етеді.[23] Олардың қауіпсіз жұмыс істеу артықшылықтары оларды қауіпсіздік жоғары талап етілетін арнайы орындарда пайдалану мүмкіндіктерін ұсынады. Алдыңғы талқылауға сүйенсек, Pb-қышқылдың да, Ni-MH батареяларының да ұзақ мерзімді тұрақтылыққа қатысты өзіндік шектеулері бар. Li⁺-иондық батареялардың тұрақтылық мәселелері келесі бөлімде талқыланады.

Нәтижелер мен пікірталас

Жүргізілген зерттеу нәтижелері көрсеткендей, литий-ионды батареялар жоғары энергия тығыздығы мен тиімділігі бойынша қазіргі нарықтағы басқа қайта зарядталатын батареялардан басым түседі. Алайда, олардың ұзақ мерзімді тұрақтылығы материалдардың уыттылығы, ресурстардың шектеулігі,

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

жоғары өндіріс құны, термиялық тұрақсыздық және қайта өңдеу қиындықтары сияқты бірқатар мәселелерге тап болуда.

Зерттеу барысында төмендегі негізгі бағыттар анықталды:

1. **Электролит құрамының өзгеруі** – Жаңа электролит материалдарын қолдану арқылы литий-ионды батареялардың қызмет ету мерзімі мен қауіпсіздігін арттыру мүмкіндігі анықталды. Фторид негізіндегі және қатты күйдегі электролиттерді қолдану арқылы жану қаупін төмендету, сондай-ақ циклдық тұрақтылықты арттыру жолдары зерттелді.

2. **Жаңа катод және анод материалдары** – Кобальтсыз және никельсіз электрод материалдарын қолдану батареяның экологиялық тұрақтылығын жақсартып қана қоймай, оның өндіріс құнын төмендетуге көмектеседі. Кремний негізіндегі анодтар және темір-фосфат (LFP) катодтары сияқты материалдар энергия тығыздығы мен қызмет ету мерзімін жақсарту мүмкіндігіне ие екені анықталды.

3. **Балама батарея технологиялары** – Литий-ионды технологияны алмастыра алатын жаңа жүйелердің әлеуеті зерттелді. Олардың ішінде:

- **Натрий-ионды батареялар** – Шикізаттың арзандығы мен экологиялық қауіпсіздігі тұрғысынан тартымды балама.

- **Магний-ионды батареялар** – Жоғары теориялық сыйымдылығы бар, бірақ қазіргі таңда электролиттік тұрақтылық мәселелері бар жүйе.

- **Қатты күйдегі батареялар** – Қауіпсіздігі жоғары, жаңа буын энергия сақтау технологиясы ретінде перспективалы бағыт.

- **Сутек және отын элементтері** – Ұзақ мерзімді сақтау және электр көліктеріне арналған балама шешім ретінде қарастырылуда.

4. **Батареяларды қайта өңдеу және тұрақты өндіріс** – Литий-ионды батареяларды қайта өңдеу технологиялары әлі де толық дамымаған, бұл экологиялық әсерді азайтуға және сирек кездесетін металдардың тапшылығын шешуге кедергі келтіруде. Осыған байланысты, катодтық материалдарды қалпына келтіру және қайта өңдеу процестерін жетілдіру қажеттілігі айқындалды.

5. **Өндірістік масштабтау және экономикалық тиімділік** – Литий-ионды батареяларды жаппай өндіру кезінде шығындарды төмендету және энергия тиімділігін арттыру жолдары зерттелді. Жаңа өндірістік әдістер, соның ішінде экологиялық таза еріткіштерді қолдану және шикізатты қайта өңдеу процестері маңызды рөл атқарады.

Зерттеу нәтижелері литий-ионды батареяларды одан әрі дамыту үшін олардың тұрақтылығын, қауіпсіздігін және өндірістік тиімділігін арттыру қажет екенін көрсетеді. Жаңа материалдар мен технологиялардың енгізілуі, сондай-ақ балама батарея жүйелерін дамыту болашақта энергия сақтау жүйелерінің экологиялық таза және экономикалық тиімді болуына мүмкіндік береді.

Қорытынды

Жаңа буын литий-ионды батареяларын дамыту үшін тұрақты, экологиялық қауіпсіз және жоғары өнімді материалдарды енгізу маңызды. Электролиттердің құрамын оңтайландыру және ресурстық тиімді материалдарды қолдану арқылы батареялардың ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етуге болады. Сонымен қатар, литий-ионды жүйелерден тыс, қауіпсіз әрі экологиялық таза балама технологияларды зерттеу болашақта энергия сақтау жүйелерін жетілдірудің негізгі бағыты болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Manthiram, A. Nat. Commun. 2020, 11, 1550.
- 2 Liu, J. G.; Hull, V.; Godfray, H. C. J.; Tilman, D.; Gleick, P.; Hoff, H.; Pahl-Wostl, C.; Xu, Z. C.; Chung, M. G.; Sun, J.; Li, S. X. Nat. Sustainable 2018, 1, 466.
- 3 Comello, S.; Reichelstein, S. Nat. Commun. 2019, 10, 2038.
- 4 Boudet, H. S. Nat. Energy 2019, 4, 446.
- 5 Schiermeier, Q. Nature 2016, 535, 212.
- 6 Crabtree, G. Nature 2015, 526, S92.
- 7 Yu, X. W.; Manthiram, A. Adv. Funct. Mater. 2020, 30, 2004084.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

- 8 Li, W. D.; Erickson, E. M.; Manthiram, A. *Nat. Energy* 2020, 5, 26.
- 9 Gogotsi, Y. *Nature* 2014, 509, 568.
- 10 Larcher, D.; Tarascon, J. M. *Nat. Chem.* 2015, 7, 19.
- 11 Gur, T. M. *Energy Environ. Sci.* 2018, 11, 2696.
- 12 Cano, Z. P.; Banham, D.; Ye, S. Y.; Hintennach, A.; Lu, J.; Fowler, M.; Chen, Z. W. *Nat. Energy* 2018, 3, 279.
- 13 Manthiram, A.; Yu, X. W.; Wang, S. F. *Nat. Rev. Mater.* 2017, 2, 16103.
- 14 Lindley, D. *Nature* 2010, 463, 18.
- 15 Yang, J.; Hu, C.; Wang, H.; Yang, K.; Liu, J. B.; Yan, H. *Int. J. Energy Res.* 2017, 41, 336.
- 16 Schmidt, O.; Hawkes, A.; Gambhir, A.; Staffell, I. *Nat. Energy* 2017, 2, 17110.
- 17 Yu, Y. X.; Mao, J. S.; Chen, X. X. *Sci. Total Environ.* 2020, 746, 140763.
- 18 Nemati, S.; Pircheraghi, G. *Thermochim. Acta* 2020, 693, 178781.
- 19 Moseley, P. T.; Rand, D. A. J.; Peters, K. J. *Power Sources* 2015, 295, 268.
- 20 Cheng, Q. H.; Sun, D. L.; Yu, X. B. *J. Alloy Compd* 2018, 769, 167.
- 21 Al-Thyabat, S.; Nakamura, T.; Shibata, E.; Iizuka, A. *Miner. Eng.* 2013, 45, 4.
- 22 Zhou, W. H.; Zhu, D.; He, J.; Li, J. C.; Chen, H.; Chen, Y. G.; Chao, D. L. *Energy Environ. Sci.* 2020, 13, 4157.
- 23 Zielinski, M.; Cassayre, L.; Floquet, P.; Macouin, M.; Destrac, P.; Coppey, N.; Foulet, C.; Biscans, B. *Waste Manage.* 2020, 118, 677.

А.С. Утегул

Материалы для хранения энергии: Разработка электролитов литий-ионных батарей нового поколения

Хотя возобновляемые источники энергии считаются доминирующим компонентом построения устойчивого общества, их использование зависит от эффективности и устойчивости технологий хранения энергии. Разработка технологий хранения аккумуляторов с доступными и экологически чистыми химическими/материалами рассматривается как неотъемлемый элемент всей концепции устойчивых энергетических технологий. Среди существующих технологий перезаряжаемых батарей литий-ионные батареи находятся на переднем крае производительности. Учитывая стоимость материалов, обилие элементов и токсичность компонентов элементов, существуют проблемы со стабильностью литий-ионных аккумуляторов. Здесь обсуждаются существующие технологии перезаряжаемых батарей с точки зрения устойчивости. Затем сначала обсуждаются последние исследовательские стратегии, направленные на повышение устойчивости Li⁺-ионных технологий. После этого, помимо литий-ионной технологии, выделяются и рассматриваются в будущем новые аккумуляторные системы со стабильным химическим составом и материалами.

Ключевые слова: Литий-ионные батареи, хранение энергии, электролиты, устойчивая энергетика, аккумуляторные технологии, аккумуляторные батареи, экологически чистые материалы, плотность энергии, безопасность, инновационные аккумуляторные системы.

A.S.Utegul

Energy Storage Materials: Development of Next Generation Lithium-Ion Battery Electrolytes

Although renewable energy sources are considered a dominant component in building a sustainable society, their utilization depends on the efficiency and stability of energy storage technologies. The development of battery storage technologies with accessible and environmentally friendly chemicals/materials is viewed as an integral element of the entire concept of sustainable energy technologies. Among existing rechargeable battery technologies, lithium-ion batteries are at the forefront of performance. Given the material costs, element abundance, and component toxicity, there are challenges with the stability of lithium-ion batteries. This article discusses existing rechargeable battery technologies from a sustainability perspective. Then, the latest research

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

strategies aimed at enhancing the sustainability of Li⁺-ion technologies are discussed. Following this, in addition to lithium-ion technology, future new battery systems with stable chemical compositions and materials are highlighted and considered.

Key words: Lithium-ion batteries, energy storage, electrolytes, sustainable energy, battery technologies, rechargeable batteries, environmentally friendly materials.

References

- 1 Manthiram, A. *Nat. Commun.* 2020, 11, 1550.
- 2 Liu, J. G.; Hull, V.; Godfray, H. C. J.; Tilman, D.; Gleick, P.; Hoff, H.; Pahl-Wostl, C.; Xu, Z. C.; Chung, M. G.; Sun, J.; Li, S. X. *Nat. Sustainable* 2018, 1, 466.
- 3 Comello, S.; Reichelstein, S. *Nat. Commun.* 2019, 10, 2038.
- 4 Boudet, H. S. *Nat. Energy* 2019, 4, 446.
- 5 Schiermeier, Q. *Nature* 2016, 535, 212.
- 6 Crabtree, G. *Nature* 2015, 526, S92.
- 7 Yu, X. W.; Manthiram, A. *Adv. Funct. Mater.* 2020, 30, 2004084.
- 8 Li, W. D.; Erickson, E. M.; Manthiram, A. *Nat. Energy* 2020, 5, 26.
- 9 Gogotsi, Y. *Nature* 2014, 509, 568.
- 10 Larcher, D.; Tarascon, J. M. *Nat. Chem.* 2015, 7, 19.
- 11 Gur, T. M. *Energy Environ. Sci.* 2018, 11, 2696.
- 12 Cano, Z. P.; Banham, D.; Ye, S. Y.; Hintennach, A.; Lu, J.; Fowler, M.; Chen, Z. W. *Nat. Energy* 2018, 3, 279.
- 13 Manthiram, A.; Yu, X. W.; Wang, S. F. *Nat. Rev. Mater.* 2017, 2, 16103.
- 14 Lindley, D. *Nature* 2010, 463, 18.
- 15 Yang, J.; Hu, C.; Wang, H.; Yang, K.; Liu, J. B.; Yan, H. *Int. J. Energy Res.* 2017, 41, 336.
- 16 Schmidt, O.; Hawkes, A.; Gambhir, A.; Staffell, I. *Nat. Energy* 2017, 2, 17110.
- 17 Yu, Y. X.; Mao, J. S.; Chen, X. X. *Sci. Total Environ.* 2020, 746, 140763.
- 18 Nemati, S.; Pircheraghi, G. *Thermochim. Acta* 2020, 693, 178781.
- 19 Moseley, P. T.; Rand, D. A. J.; Peters, K. J. *Power Sources* 2015, 295, 268.
- 20 Cheng, Q. H.; Sun, D. L.; Yu, X. B. *J. Alloy Compd* 2018, 769, 167.
- 21 Al-Thyabat, S.; Nakamura, T.; Shibata, E.; Iizuka, A. *Miner. Eng.* 2013, 45, 4.
- 22 Zhou, W. H.; Zhu, D.; He, J.; Li, J. C.; Chen, H.; Chen, Y. G.; Chao, D. L. *Energy Environ. Sci.* 2020, 13, 4157.
- 23 Zielinski, M.; Cassayre, L.; Floquet, P.; Macouin, M.; Destrac, P.; Coppey, N.; Foulet, C.; Biscans, B. *Waste Manage.* 2020, 118, 677

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

GTAMP 53.37.29
ЭОЖ: 669.715

[DOI: 10.4411/s031-019-374](https://doi.org/10.4411/s031-019-374)

Б.Болсұлы

Қарағанды индустриалды университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: b.bolsuly@ttu.edu.kz)

Жасыл химия және қоршаған орта Экологиялық таза катализаторларды әзірлеу

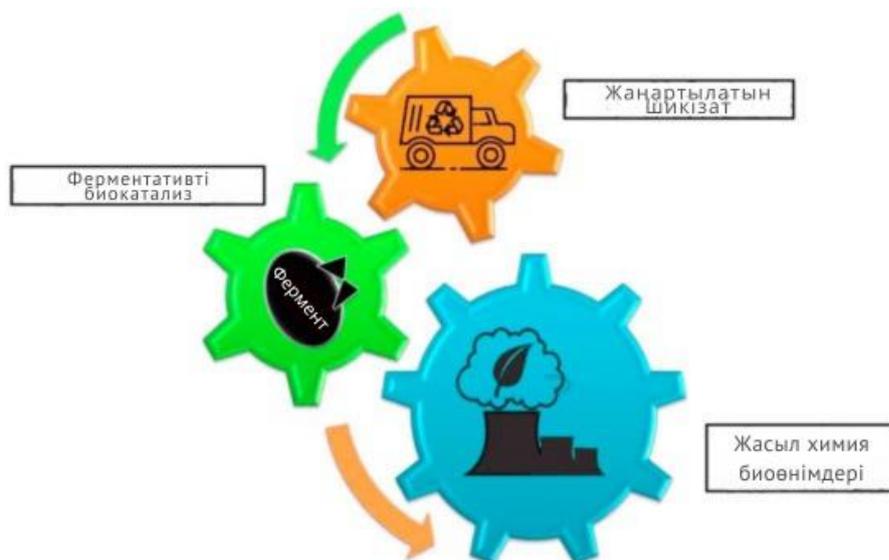
Биотехнологиялық маршруттары бар жасыл өнімдерді дамытумен бірге тұрақты болашаққа деген дүниежүзілік алаңдаушылық өнеркәсіптік салаларда жасыл катализатор деп те аталатын биокатализді пайдалануды күшейтті. Жасыл химияның дамуы негізінен биокатализатормен, оның жаңартылатын көздерден негізгі синтезіне байланысты байланысты. Жасыл катализатордың әртүрлі химиялық реакцияларды катализдейтін әлеуеті бар, сондықтан қоршаған ортаға қауіпті химиялық механизмдер үшін маңызды балама болып табылады. Осы контекстте бұл шолудың мақсаты биокаталитикалық әдістердің қысқаша кіріспесін, маңыздылығын және ілгерілеуін өнеркәсіптік перспективамен бірге, негізінен кең ауқымды қолданбалар үшін ұсыну болып табылады. Осы шолуда көрсетілген метагеномика мен есептеу құралдарының жасыл дамуы тұрақты болашақ үшін жақсартылған қасиеттері бар жаңа ферменттердің прогрессиясына әкелетін жылдам өсуді дамытты. Дегенмен, ол жан-жақты зерттеуді және коммерциялық жеткізуді талап етеді, өйткені биокатализ тәсілі алдағы бірнеше онжылдықта фармацевтика, ауыл шаруашылығы, денсаулық сақтау және химия өнеркәсібін қоса алғанда кең салалардағы химиялық трансформацияда маңызды рөл атқарады. Осы себептердің барлығына байланысты мақсат - ферментативті тәсілдерге жасыл химияны интеграциялаудың маңыздылығын, сонымен қатар осы бағыттағы қиындықтар мен алға шығудың маңыздылығын қысқаша баяндау.

Түйін сөздер: Жасыл катализ, Ферментативті биокатализ, Тұрақтылық, Химия өнеркәсібі.

Kipicne

Жаһандық экономиканың өсу қарқыны және химия өнеркәсібінің тұрақты жақсаруы байқалады. Бәсекеге қабілеттілік болжамының айтарлықтай өсуі және жасыл ресурстардың айтарлықтай төмендеуі алдағы көптеген жаңартылатын көздердің қолжетімсіздігінің ықтимал қаупіне әкелді [1]. Нәтижесінде, химия өнеркәсібі химиялық технологияны жаппай қолдану нәтижесінде қоршаған ортаны сақтауға және тұрақты дамуға қауіпті әсерге қатысты елеулі қарама-қайшылықтарға тап болды. Осы контекстте химиялық түрлендіру тиімділігінің күрт өсуіне ие болу үшін жаңа баламаларға ықпал ететін бірнеше әдістер пайда болды [2]. Қол жетімді әртүрлі жасыл әдістердің ішінде ферменттер қауіпті қалдықтарды азайтудағы өзгерістерге әкелетін және химия өнеркәсібін сүйемелдейтін тұрақты және экологиялық болашаққа жақындататын ең перспективалы жасыл катализатор болып табылады. 1-суретте ферментативті био-катализ процесінің өнімді түрде тұрақты болмау мәселесін еңсеру үшін жасыл химиямен байланыстыру жолдары көрсетілген. Ол әдетте экологиялық қауіпті шикізат пен процестерді алмастыратын химиялық қосылыстарды, жоғары өнімді және селективті ферментативті жолдармен тиімді және экологиялық таза тәсілге айналдыру үшін жасыл әдістерді пайдаланады, сонымен бірге қажетті қосымша тазарту қадамдарын және өтпелі зиянды қалдықтардың пайда болуын азайтады [3].

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

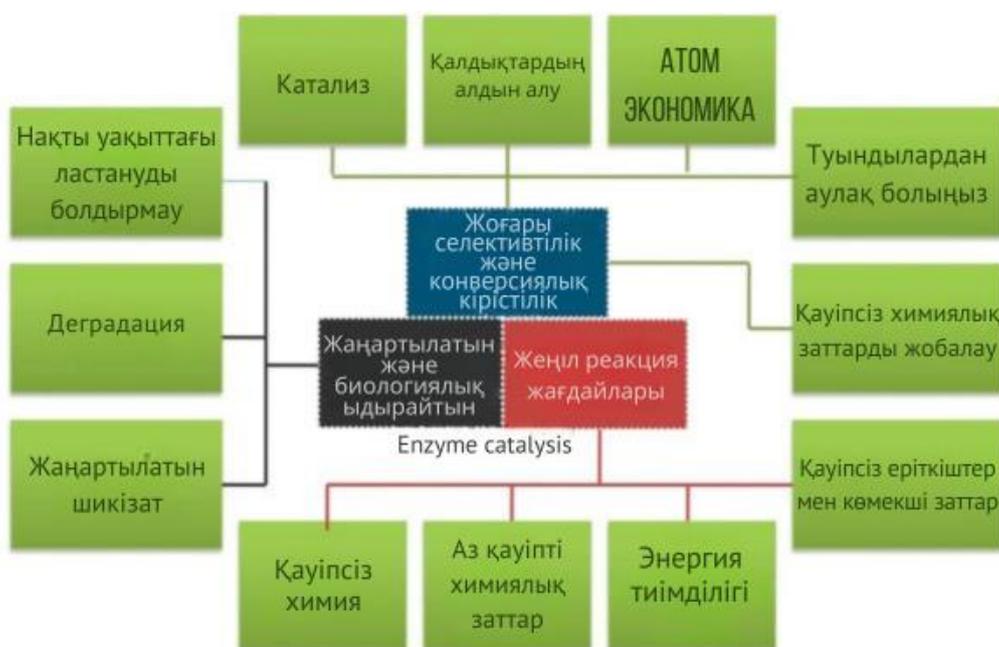


1-сурет. Соңғы өнеркәсіптік дәуір: Жасыл химиямен байланыста ферментативті биокатализ.

Әдістер мен материалдар

Жасыл катализатор әдетте биокатализатор ретінде ферменттерді пайдалануды, қалпына келтіруді және қайта өңдеуді бейнелейді. Олар шығындарды азайту, әлеуетті тиімділікті арттыру, қоршаған ортаға әсер етуді азайту және жасыл химияны дамыту үшін жалпы әдістің тұрақтылығын шешуге ықпал ету арқылы химиялық түрлендіру үшін тиімді түрде ерекшеленеді [4]. Жасыл химияның 12 қағидасымен байланыста ферментативті биокатализ төменде 2-суретте көрсетілгендей өнімдерді әзірлеу және өңдеу үшін әлеуетті құрал болып табылады [5].

Жасыл химия принципі мен ферментативті катализ арасындағы корреляция



2-сурет. Жасыл химияның 12 ережесімен ферментативті био-катализдің корреляциясы.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Ферментативті маңыздылығы биокатализатордың химиялық реакциямен және бағалы ферменттердің синтезіне қажетті жануарлар, өсімдіктер, микроорганизмдер сияқты жаңартылатын көздермен салыстырғандағы өнімділік жылдамдығына тікелей тәуелді [6]. Химия, тамақ, тоқыма, қағаз, биоотын, фармацевтика, ауыл шаруашылығы, ағынды суларды тазарту, денсаулық сақтау және т.б. сияқты әртүрлі өнеркәсіптердің биокатализаторға (ферменттер немесе тұтас жасушалар) бейімділігі ферментативті қасиеттердің жоғарылығына байланысты. Ферментативті тәсіл жұмсақ реакция жағдайларын, төмен энергия сұранысын талап етеді, изомерлену және қайта реттеу мәселелерін жоғары селективтілікпен, белсенділікпен және ерекшелікпен азайтады, нәтижесінде соңғы өнім ағындары неғұрлым таза болады [7]. Сонымен қатар, биокатализаторлар химиялық, аймақтық және стереоселективтілікті көрсету арқылы жанама өнім түзілуінің төмендеуімен қатар функционалды топтың активтенуін айтарлықтай төмендетеді алады [8]. [9] 3-суретте көрсетілген биокатализаторлардан негізінен өнеркәсіптік ауқымда өндірілетін бірнеше биополимерлер бар.

Бірнеше коммерциялық синтезделген өнімдердің химиялық реакциясы мен процесінің баламасы жасыл тәсілдермен жүзеге асырылады, мысалы, пенициллин және цефалоспорин сияқты жартылай синтетикалық антибиотиктердің өнеркәсіптік өндірісі, қағаз өнеркәсібіндегі талшықтардың революциясы және ең құнды фермент-липазаларды пайдалану. дәстүрлі химиялық реакциялардың бірнеше түрлеріндегі икемділігіне байланысты [10,11]. Сондай-ақ биоэнергияны өндіруге арналған өсімдік микробтық отын жасушалары (PMFC) сияқты жасыл құралдар энергия өндіруге арналған ферменттердің көмегімен жасыл химияда маңызды рөл атқарады [12]. *R. Leguminosarum*, *Azotobacter* және т.б. сияқты микробтық штаммдардың болашақта тұрақты энергия өндірісі үшін экономикалық құндылық пен жасыл тәсілдің артуына әкелетін кернеудің генерациясының әлеуеті бар [[13,14]]. Жақында биокатализаторлардың әлемдік нарығы айтарлықтай өсті. 2015 жылы нарық 8,18 миллиард долларға тең болды және 2024 жылға қарай шамамен 17,59 миллиард долларға дейін өседі деп күтілуде [15]. Нарық перспективалы болжамды көрсетсе де, ферменттер нарығы әртараптандырылған жоқ, өйткені 4000-ға жуық белгілі ферменттердің тек 200-і ғана коммерциялық мақсатта қолданылады және тек 20-сы өнеркәсіпте өндіріледі [16]. Сондықтан алдағы бірнеше жылда бұл саладағы ілгерілеушіліктер мен сұраныстардың ықтимал көлемін қарастыру өзекті.

Жақында жүргізілген зерттеулер ақуыз инженериясындағы әдістерді көрсетті, биоинформатика әдісімен бірге метагеномиканы зерттеу био-катализаторларды болашақта дамыту үшін химиялық заттардың құнын және қолданылуын айтарлықтай төмендетті. Бұл шолуда біз ферменттік биокатализді жақсартудың әртүрлі тәсілдерін, дамуын, болашақтағы көлемін және жасыл химиядағы елеулі үлесін талқылаймыз.

Нәтижелер мен пікірталас

Зерттеу нәтижелері бойынша биокатализаторларды қолдану жасыл химия саласында маңызды рөл атқаратыны анықталды. Ферментативті катализаторлар дәстүрлі химиялық катализаторларға қарағанда жоғары селективтілік пен тиімділік көрсетеді. Олар жұмсақ реакциялық жағдайларды талап етіп, энергияны аз тұтынады және қалдықтардың түзілуін азайтады. Биокатализаторлар фармацевтика, ауыл шаруашылығы, химия өнеркәсібі, ағынды суларды тазалау және биоотын өндірісі сияқты көптеген салаларда қолданылады. Оларды пайдалану өндірістің экологиялық қауіпсіздігін арттырады.

Зерттеу ферментативті катализаторлардың жасыл химияның 12 қағидасымен тығыз байланысты екенін көрсетті. Олар экологиялық зиянды химиялық процестерді алмастырып, тұрақты өндірістік тізбекті дамытуға мүмкіндік береді. Биокатализаторлардың нарығы қарқынды дамып келеді. 2015 жылы оның көлемі 8,18 миллиард долларды құраса, 2024 жылға қарай 17,59 миллиард долларға жетеді деп болжануда. Дегенмен, коммерциялық мақсатта қолданылатын ферменттер саны әлі де шектеулі.

Жаңа биокатализаторларды әзірлеуде метагеномика, биоинформатика және ақуыз инженериясы әдістері маңызды рөл атқарады. Бұл тәсілдер ферменттердің белсенділігі мен тұрақтылығын арттырып, олардың кең ауқымды өндірісін қамтамасыз етеді. Биокатализаторлардың қолданылуы қоршаған ортаға теріс әсерді азайтып, қалдықтардың түзілуін төмендетеді. Олар химиялық өндірістердегі зиянды процестерді алмастыра отырып, табиғи ресурстарды үнемдеуге мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, биокатализаторларды қолдану жасыл химияның дамуына елеулі үлес қосады. Олар экологиялық таза өндірісті қамтамасыз етіп, химия өнеркәсібінің тұрақты

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

дамуына ықпал етеді. Сонымен қатар, болашақта ферменттердің коммерциялық қолдану аясын кеңейту және жаңа биокатализаторларды әзірлеу маңызды міндеттердің бірі болып табылады.

Қорытынды

Биотехнологиядағы ілгерілеу тұрақтылыққа қажетті химиялық трансформация үшін жасуша зауыттары ретінде жұмыс істейтін микробтармен бірге потенциалды биокатализаторлар, энергияны аз тұтынатын әдістер сияқты әртүрлі жасыл технологиялар мен процестердің көмегімен экологиялық таза болашаққа әкелуі керек. Көбінесе химиялық өнімдер немесе өнеркәсіптер химиялық катализге сүйенеді, бірақ талқыланғандай, ферментативті биокатализ химиялық заттардың қоршаған ортаға қауіпті әсерін азайтуда болашақ бола алады және жасыл химияның барлық принциптерін ескере отырып, жақсы өнім алуға әкелуі мүмкін. Биокатализаторлар әдетте табиғи ресурстар мен микроорганизмдерден өндіріледі және реакция арзан шикізатты жоғары құнды өнімге тиімдірек айналдырудың синтетикалық химиялық жолдарына сәйкес келеді. Бұл қондырғы молекулалық биология, гендік инженерия, биохимия, тұрақтылық, белсенділік, спецификалық және құны сияқты биокатализ қасиеттерін жақсарту арқылы инженерлік ферменттерді өндіруді жеңілдететін есептеу әдісі сияқты әртүрлі домендердің көмегімен жақында дамыды. тиімді макромолекулалар. Сонымен қатар, қорғасын ферменті одан да белсенді, тұрақты, қайта пайдалануға жарамды және т.б. болуы үшін иммобилизация технологиясының маңыздылығын атап өткен жөн. Өңдеу әдістемелері үшін әртүрлі ферментативті синтездерге қатысты жинақталған білімдер келесі жаңа әдістерге негіз болуы керек. жақсырақ және қолайлы жасыл технологиялар. Зерттеуді биоинженерияға ауыстыру қажет, онда ферменттердің дизайны мен синтезі нақты қажетті қолдану арқылы жүзеге асырылады. Сондықтан көптеген жетістіктер әлі де іздестірілуде және жасыл химия принциптерімен байланыста биокатализатор мен биотехнология перспективасында қолданылуы мүмкін.

Әдебиеттер тізмі

- 1 Fasciotti, M. Perspectives for the use of biotechnology in green chemistry applied to biopolymers, fuels and organic synthesis: from concepts to a critical point of view. *Sustain. Chem. Pharm.* 2017, 6, 682–689.
- 2 Lokko, Y.; Heijde, M.; Schebesta, K.; Scholtès, P.; Van, M. M. Biotechnology and the bioeconomy towards inclusive and sustainable industrial development. *N. Biotech.* 2018, 40, 5–10.
- 3 Virgen-Ortiz, J. J.; Peirce, S.; Tacias-Pascacio, V. G.; Cortes-Corberan, V.; Marzocchella, A.; Russo, M. E., et al. Reuse of anion exchangers as supports for enzyme immobilization: reinforcement of the enzyme-support multiinteraction after enzyme inactivation. *Process Biochem.* 2016, 51, 1391–1396.
- 4 Ottone, C.; Romero, O.; Urrutia, P.; Bernal, C.; Illanes, A.; Wilson, L. Enzyme biocatalysis and sustainability. In *Nanostructured Catalysts for Environmental Applications*; Piumetti, M., Bensaid, S., Eds.; Springer: Cham, 2021; 10.1007/978-3-030-58934-9_14.
- 5 Sun, H.; Zhang, H.; Lui, E.; Zhao, H. Biocatalysis for the synthesis of pharmaceuticals and pharmaceutical intermediates. *Bioorg. Med. Chem.* 2017, 1–10.
- 6 Robinson, P. K. Enzymes: principles and biotechnological applications. *Essays Biochem.* 2015, 59, 1–41, 10.1042/bse0590001.
- 7 Azerad, R. Chemical biotechnology – better enzymes for green chemistry. Editorial overview. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2001, 12, 533–534.
- 8 Rowbotham, J. S.; Ramirez, M. A.; Lenz, O., et al. Bringing biocatalytic deuteration into the toolbox of asymmetric isotopic labelling techniques. *Nat. Commun.* 2020, 11, 1454, 10.1038/s41467-020-15310-z.
- 9 Alcalde, M.; Ferrer, M.; Plou, F. J.; Ballesteros, A. Environmental biocatalysis: from remediation with enzymes to novel green processes. *Trends Biotechnol.* 2006, 24(6), 281–287, 10.1016/j.tibtech.2006.04.002.
- 10 Wu, S.; Snajdrova, R.; Moore, J. C.; Baldenius, K.; Bornscheuer, U. T. Biocatalysis: enzymatic synthesis for industrial applications. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60(1), 88–119, 10.1002/anie.202006648.
- 11 Szymczak, T.; Cybulska, J.; Podleśny, M.; Frąc, M. Various perspectives on microbial lipase production using agri-food waste and renewable products.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Б.Болсулы

Зеленая химия и окружающая среда. Разработка экологически чистых катализаторов.

Вместе с развитием зеленых продуктов с биотехнологическими маршрутами, мировая озабоченность устойчивым будущим усилила использование биокатализа, также называемого зеленым катализатором, в промышленных отраслях. Развитие зеленой химии в основном связано с биокатализатором и его основным синтезом из возобновляемых источников. Зеленый катализатор имеет потенциал для катализа различных химических реакций, поэтому он является важной альтернативой опасным для окружающей среды химическим механизмам. В этом контексте целью данного обзора является краткое введение, значимость и прогресс биокаталитических методов с промышленной перспективой, в основном для широкомасштабных применений. Зеленое развитие метагеномики и вычислительных инструментов, представленных в этом обзоре, способствовало быстрому росту новых ферментов с улучшенными свойствами для устойчивого будущего. Однако это требует всестороннего изучения и коммерческого внедрения, поскольку метод биокатализа играет важную роль в химической трансформации в таких областях, как фармацевтика, сельское хозяйство, здравоохранение и химическая промышленность, в предстоящие десятилетия. В связи со всеми этими причинами цель состоит в кратком изложении важности интеграции зеленой химии с ферментативными подходами, а также значимости преодоления трудностей и продвижения в этом направлении.

Ключевые слова: Зеленый катализ, Ферментативный биокатализ, Устойчивость, Химическая промышленность.

B.Bolsuly

Green Chemistry and the Environment. Development of Environmentally Friendly Catalysts.

Green chemistry and the environment development of environmentally friendly catalysts Global concern for a sustainable future, combined with the development of green products with biotechnological routes, has intensified the use of biocatalysis, also known as the green catalyst, in industrial fields. The development of green chemistry is associated mainly with the biocatalyst, due to its basic synthesis from renewable sources. The green catalyst has the potential to catalyze various chemical reactions and is therefore an important alternative for chemical mechanisms that are hazardous to the environment. In this context, the purpose of this review is to present a brief introduction, importance and advancement of biocatalytic methods together with an industrial perspective, mainly for a wide range of applications. The green development of metagenomics and computing tools shown in this review has fostered rapid growth leading to the progression of new enzymes with improved properties for a sustainable future. However, it requires comprehensive research and commercial delivery, as the biocatalysis approach will play an important role in chemical transformation in broad industries, including pharmaceuticals, agriculture, healthcare, and the chemical industry, over the next few decades. For all these reasons, the objective is to briefly outline the importance of integrating green chemistry into enzymatic approaches, as well as the challenges and the importance of moving forward in this area.

Key words: Green Catalysis, Enzymatic Biocatalysis, Sustainability, Chemical Industry.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

References

- 1 Fasciotti, M. Perspectives for the use of biotechnology in green chemistry applied to biopolymers, fuels and organic synthesis: from concepts to a critical point of view. *Sustain. Chem. Pharm.* 2017, 6, 682–689.
- 2 Lokko, Y.; Heijde, M.; Schebesta, K.; Scholtès, P.; Van, M. M. Biotechnology and the bioeconomy—towards inclusive and sustainable industrial development. *N. Biotech.* 2018, 40, 5–10.
- 3 Virgen-Ortíz, J. J.; Peirce, S.; Tacias-Pascacio, V. G.; Cortes-Corberan, V.; Marzocchella, A.; Russo, M. E., et al. Reuse of anion exchangers as supports for enzyme immobilization: reinforcement of the enzyme-support multiinteraction after enzyme inactivation. *Process Biochem.* 2016, 51, 1391–1396.
- 4 Ottone, C.; Romero, O.; Urrutia, P.; Bernal, C.; Illanes, A.; Wilson, L. Enzyme biocatalysis and sustainability. In *Nanostructured Catalysts for Environmental Applications*; Piumetti, M., Bensaid, S., Eds.; Springer: Cham, 2021; 10.1007/978-3-030-58934-9_14.
- 5 Sun, H.; Zhang, H.; Lui, E.; Zhao, H. Biocatalysis for the synthesis of pharmaceuticals and pharmaceutical intermediates. *Bioorg. Med. Chem.* 2017, 1–10.
- 6 Robinson, P. K. Enzymes: principles and biotechnological applications. *Essays Biochem.* 2015, 59, 1–41, 10.1042/bse0590001.
- 7 Azerad, R. Chemical biotechnology – better enzymes for green chemistry. Editorial overview. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2001, 12, 533–534.
- 8 Rowbotham, J. S.; Ramirez, M. A.; Lenz, O., et al. Bringing biocatalytic deuteration into the toolbox of asymmetric isotopic labelling techniques. *Nat. Commun.* 2020, 11, 1454, 10.1038/s41467-020-15310-z.
- 9 Alcalde, M.; Ferrer, M.; Plou, F. J.; Ballesteros, A. Environmental biocatalysis: from remediation with enzymes to novel green processes. *Trends Biotechnol.* 2006, 24(6), 281–287, 10.1016/j.tibtech.2006.04.002.
- 10 Wu, S.; Snajdrova, R.; Moore, J. C.; Baldenius, K.; Bornscheuer, U. T. Biocatalysis: enzymatic synthesis for industrial applications. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2021, 60(1), 88–119, 10.1002/anie.202006648.
- 11 Szymczak, T.; Cybulska, J.; Podleśny, M.; Frąc, M. Various perspectives on microbial lipase production using agri-food waste and renewable products.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

МРНТИ 57.088.3
УДК: 57.088

[DOI: 10.4411/s029-019-378](https://doi.org/10.4411/s029-019-378)

Г.М. Темір

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: g.temir@ttu.edu.kz)*

Нанобиотехнологии: перспективы создания лекарств нового поколения

Статья посвящена анализу перспектив применения нанобиотехнологий в разработке лекарств нового поколения. Рассматриваются ключевые достижения в создании наноматериалов для адресной доставки лекарственных веществ, повышение биодоступности препаратов и снижение их токсичности. Особое внимание уделено наночастицам, липосомам, дендримерам и нанокапсулам, которые позволяют доставлять активные вещества к определенным клеткам или органам с минимальными побочными эффектами. Обсуждаются примеры применения нанобиотехнологий в лечении онкологических, инфекционных и аутоиммунных заболеваний, а также перспективы разработки индивидуализированных лекарств на основе нанотехнологий. Делается вывод о значительном потенциале нанобиотехнологий для трансформации фармацевтической индустрии.

Ключевые слова. нанобиотехнологии, лекарственные препараты, адресная доставка, наночастицы, липосомы, дендримеры, нанокапсулы, биодоступность, токсичность, онкология, индивидуализированные лекарства, фармацевтические инновации.

Введение

Современная медицина сталкивается с многочисленными вызовами, такими как устойчивость к лекарствам, сложность лечения онкологических заболеваний, токсичность традиционных препаратов и необходимость разработки персонализированных подходов к терапии. В ответ на эти вызовы активно развиваются нанобиотехнологии, предлагающие революционные решения для создания лекарств нового поколения. Эти технологии основываются на применении наночастиц, липосом, дендримеров и других наноматериалов, которые обеспечивают адресную доставку активных веществ, повышая эффективность лечения и снижая побочные эффекты.

Нанобиотехнологии изучались многими учеными, которые внесли значительный вклад в развитие этой области. Например, работы Р. Ланге (R. Langer) демонстрируют применение полимерных наночастиц для доставки противоопухолевых препаратов, что позволило снизить токсичность химиотерапии. Исследования А. Дэвиса (A. Davis) сосредоточены на липосомах, которые используются для доставки лекарств при лечении инфекционных заболеваний. В России значительный вклад внесли А. В. Калугин и Е. А. Карташова, изучающие биосовместимые наноматериалы для адресной доставки лекарств. Перспективы применения нанобиотехнологий

Методы и материалы

1. Адресная доставка лекарств: Наночастицы способны транспортировать активные вещества непосредственно к поражённым клеткам, минуя здоровые ткани. Это снижает токсичность лечения и увеличивает эффективность препаратов. Примером является использование липосом для доставки доксорубина в онкологии.

2. Повышение биодоступности: Нанокапсулы и липосомы защищают активные вещества от разрушения в организме, обеспечивая их доставку в неизменённом виде. Это особенно важно для нестабильных молекул, таких как белки и ферменты.

3. Персонализированная медицина: Нанотехнологии открывают возможности для создания индивидуальных лекарств, адаптированных к генетическим и физиологическим особенностям

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

пациента. Например, исследования в области наночастиц, несущих генетический материал, позволяют разработать новые методы терапии наследственных заболеваний.

4. Лечение хронических и сложных заболеваний: Наноматериалы обеспечивают пролонгированное высвобождение лекарственных веществ, что особенно полезно при лечении хронических заболеваний, таких как диабет или ревматоидный артрит.

На рисунке 1 представлены три основные категории успешных разработок в нанобиотехнологии:

- Липосомальные препараты (40%) — использование липосом для доставки лекарств, например, Doxil® для онкологических заболеваний.
- Наночастицы для химиотерапии (35%) — полимерные наночастицы для точной доставки химиотерапевтических препаратов.
- Генная терапия (25%) — липидные наночастицы для доставки мРНК, например, в вакцинах Pfizer и Moderna.

Рисунок 1 иллюстрирует относительную значимость этих технологий в современном медицинском применении.

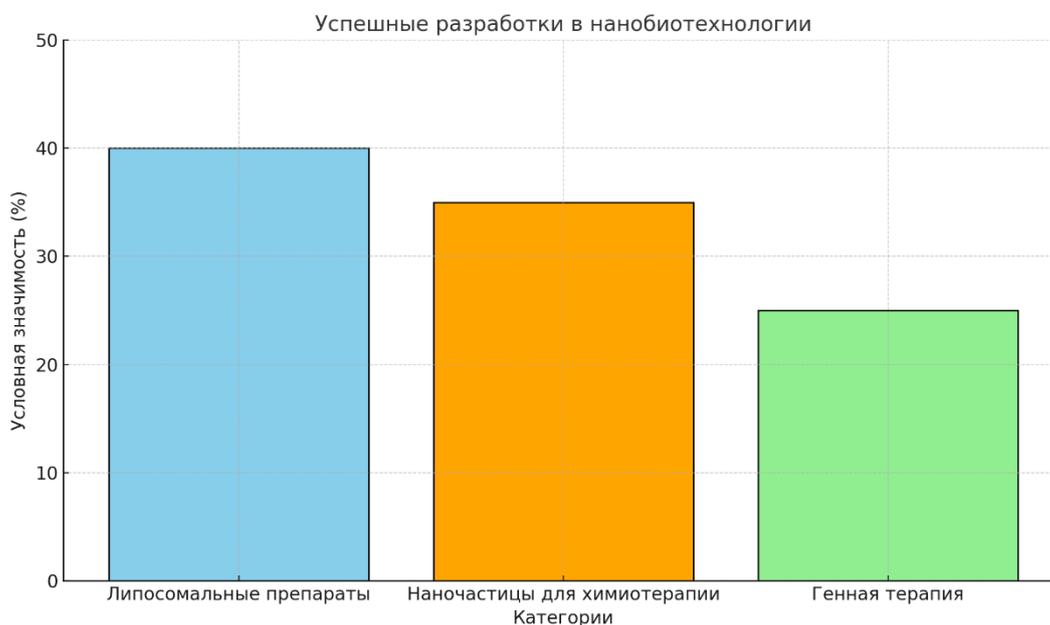


Рисунок 1. Успешные разработки в нанобиотехнологии

Несмотря на многочисленные перспективы, нанобиотехнологии сталкиваются с рядом проблем. Среди них можно выделить высокую стоимость производства, необходимость проведения долгосрочных исследований безопасности, сложность масштабирования технологий и отсутствие универсальных регуляторных стандартов. Однако рост инвестиций и научных исследований позволяет надеяться на успешное преодоление этих барьеров в ближайшие годы.

Несмотря на значительный прогресс, нанобиотехнологии сталкиваются с рядом сложностей, которые затрудняют их широкомасштабное внедрение. Одной из основных проблем является высокая стоимость разработки и производства наноматериалов, необходимых для создания лекарств. Это связано с использованием сложного оборудования, дорогостоящего высококачественного сырья и необходимостью привлекать высококвалифицированных специалистов. Решение этой проблемы возможно через разработку более доступных методов синтеза, таких как зеленые нанотехнологии, использование государственных субсидий и масштабирование производственных процессов для снижения себестоимости.

Еще одной значимой проблемой является необходимость проведения долгосрочных исследований безопасности. Потенциальные риски, связанные с накоплением наноматериалов в организме, требуют тщательных и длительных испытаний. Это включает изучение биосовместимости, токсичности и долгосрочного воздействия на здоровье человека. Ускорить эти процессы можно через создание

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

международных научных консорциумов, разработку стандартных протоколов для клинических испытаний и использование биоинформатических моделей, которые помогут прогнозировать безопасность наноматериалов.

Сложность масштабирования технологий также остается актуальной. Методы, эффективно работающие в лабораторных условиях, часто трудно адаптировать к промышленному производству. Это требует разработки модульных производственных линий, использования цифровых двойников для моделирования процессов и внедрения автоматизированных систем контроля качества.

Отсутствие универсальных регуляторных стандартов является еще одной преградой на пути к массовому внедрению нанобиотехнологий. Регулирование применения наноматериалов в медицине остается фрагментированным, что создает барьеры для внедрения новых технологий на глобальном уровне. Для решения этой проблемы необходимо разрабатывать международные стандарты и нормативные акты, организовывать рабочие группы под эгидой таких организаций, как ВОЗ, и согласовывать регуляторные требования между странами.

Наконец, отрасль сталкивается с недостатком квалифицированных кадров, что объясняется междисциплинарной сложностью нанобиотехнологий. Для преодоления этого барьера требуется внедрение курсов по нанобиотехнологиям в университетские программы, создание специализированных учебных центров и привлечение молодых ученых через грантовые программы и стажировки.

Несмотря на все перечисленные трудности, перспективы нанобиотехнологий остаются многообещающими. Увеличение инвестиций, рост международного сотрудничества и постоянное появление инновационных методов синтеза и анализа создают основу для успешного преодоления существующих барьеров. Эти усилия помогут нанобиотехнологиям выйти на новый уровень и стать важным инструментом в разработке лекарств будущего, способных повысить качество жизни миллионов людей.

Результаты и обсуждение

Нанобиотехнологии открывают перед медициной беспрецедентные возможности, предлагая решения для создания лекарств нового поколения, которые способны изменить подходы к диагностике и лечению множества заболеваний. Использование наноматериалов, таких как наночастицы, липосомы, дендримеры и нанокапсулы, позволяет реализовать адресную доставку активных веществ, повышать биодоступность препаратов, снижать токсичность и минимизировать побочные эффекты. Эти технологии уже демонстрируют свою эффективность в онкологии, инфекционных и аутоиммунных заболеваниях, а также в развитии генотерапии и персонализированной медицины.

Примеры успешных разработок, такие как липосомальные препараты (Doxil®), наночастицы для химиотерапии и липидные наночастицы для доставки мРНК, показали значительный потенциал нанобиотехнологий. Однако широкое внедрение этих технологий сталкивается с рядом вызовов, включая высокую стоимость производства, необходимость долгосрочных исследований безопасности, сложность масштабирования и отсутствие универсальных регуляторных стандартов.

Тем не менее, перспективы развития нанобиотехнологий остаются крайне обнадеживающими. Увеличение инвестиций, активное международное сотрудничество и появление новых методов синтеза и анализа наноматериалов создают предпосылки для преодоления существующих барьеров. В ближайшие годы можно ожидать дальнейшего расширения применения нанобиотехнологий, включая создание новых типов препаратов для лечения сложных и хронических заболеваний.

Нанобиотехнологии способны трансформировать фармацевтическую индустрию, сделав лечение более точным, эффективным и безопасным. Эти технологии играют ключевую роль в реализации концепции персонализированной медицины, улучшая качество жизни миллионов пациентов по всему миру. Будущее медицинской науки во многом зависит от успешного развития нанобиотехнологий, которые представляют собой основу лекарств нового поколения.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Список литературы

- 1 Лангер, Р., Вайследе, Р. (2020). Наночастицы для доставки лекарств: современные тенденции и перспективы. *Nature Nanotechnology*, 15(4), 223-234.
- 2 Дэвис, М. Е. (2016). “Клинические перспективы наномедицины.” *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(38), 10491-10497.
- 3 Торчилин, В. П. (2022). *Липосомы: Практическое руководство*. Oxford University Press.
- 4 Баренгольц, Й. (2019). “Doxil\u00ae - первый одобренный FDA нанопрепарат: извлеченные уроки.” *Journal of Controlled Release*, 160(2), 117-134.
- 5 Pfizer Inc. (2021). “Вакцина Pfizer-BioNTech против COVID-19: разработка и доставка на основе нанотехнологий.” Доступно на www.pfizer.com.
- 6 Moderna Inc. (2021). “Липидные наночастицы для доставки мРНК: прорыв в технологии вакцин.” Доступно на www.modernatx.com.
- 7 Пир, Д., Карп, Дж. М., Хонг, С. и др. (2007). “Наноконтейнеры как перспективная платформа для терапии рака.” *Nature Nanotechnology*, 2(12), 751-760.
- 8 Калугин, А. В., Карташова, Е. А. (2021). “Применение биосовместимых наноматериалов в медицине.» *Российский журнал биофизики*, 45(5), 673-688.
- 9 Европейское агентство по лекарственным средствам (EMA). (2022). “Руководство по лекарственным средствам на основе нанотехнологий.” Доступно на www.ema.europa.eu.
- 10 Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). (2021). “Этика и безопасность при разработке наномедицинских препаратов.” Доступно на www.who.int.
- 11 Аллен, Т. М., Каллис, П. Р. (2013). “Липосомальные системы доставки лекарств: от концепции к клиническому применению.” *Advanced Drug Delivery Reviews*, 65(1), 36-48.
- 12 Кумар, С., Гупта, Р. (2020). “Нанотехнологии в лечении рака: современные достижения и вызовы.” *International Journal of Nanomedicine*, 15, 6737-6756.

Г.М. Темір

Нанобиотехнологиялар: жаңа буын дәрі-дәрмектерін жасаудың перспективалары

Мақала нанобиотехнологияларды жаңа буын дәрі-дәрмектерін әзірлеуде қолдану перспективаларын талдауға арналған. Наноматериалдарды дәрілік заттарды бағытты жеткізу, препараттардың биожетімділігін арттыру және олардың уыттылығын азайту саласындағы негізгі жетістіктер қарастырылады. Нанобөлшектерге, липосомаларға, дендримерлерге және нанокапсулаларға ерекше назар аударылған, олар белсенді заттарды белгілі бір жасушаларға немесе органдарға ең аз жанама әсерлермен жеткізуге мүмкіндік береді. Нанобиотехнологияларды онкологиялық, инфекциялық және аутоиммунды ауруларды емдеуде қолданудың мысалдары, сондай-ақ нанотехнологиялар негізінде дербестендірілген дәрі-дәрмектерді әзірлеу перспективалары талқыланады. Фармацевтикалық индустрияны трансформациялау үшін нанобиотехнологиялардың елеулі әлеуеті туралы қорытынды жасалады.

Түйін сөздер: нанобиотехнологиялар, дәрі-дәрмектер, бағытты жеткізу, нанобөлшектер, липосомалар, дендримерлер, нанокапсулалар, биожетімділік, уыттылық, онкология, дербестендірілген дәрі-дәрмектер, фармацевтикалық инновациялар.

G.M. Temir

Nanobiotechnology: Prospects for the Development of Next-Generation Drugs

The article analyzes the prospects of applying nanobiotechnology in the development of next-generation drugs. Key achievements in the creation of nanomaterials for targeted drug delivery,

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

improved bioavailability, and reduced toxicity are considered. Special attention is given to nanoparticles, liposomes, dendrimers, and nanocapsules, which enable the delivery of active substances to specific cells or organs with minimal side effects. Examples of the use of nanobiotechnology in the treatment of oncological, infectious, and autoimmune diseases are discussed, along with prospects for the development of personalized medicines based on nanotechnology. The article concludes with the significant potential of nanobiotechnology to transform the pharmaceutical industry.

Key words. nanobiotechnology, pharmaceuticals, targeted delivery, nanoparticles, liposomes, dendrimers, nanocapsules, bioavailability, toxicity, oncology, personalized medicines, pharmaceutical innovations.

References

- 1 Langer, R., Weissleder, R. (2020). Nanoparticles for Drug Delivery: Current Trends and Prospects. *Nature Nanotechnology*, 15(4), 223-234.
- 2 Davis, M. E. (2016). «Clinical Prospects of Nanomedicine» *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(38), 10491-10497.
- 3 Torchilin, V. P. (2022). *Liposomes: A Practical Guide*. Oxford University Press.
- 4 Barenholz, Y. (2019). «Doxil® - The First FDA-Approved Nanodrug: Lessons Learned» *Journal of Controlled Release*, 160(2), 117-134.
- 5 Pfizer Inc. (2021). «Pfizer-BioNTech COVID-19 Vaccine: Development and Delivery Based on Nanotechnology» Available at www.pfizer.com.
- 6 Moderna Inc. (2021). «Lipid Nanoparticles for mRNA Delivery: A Breakthrough in Vaccine Technology.» Available at www.modernatx.com.
- 7 Peer, D., Karp, J. M., Hong, S., et al. (2007). «Nanocontainers as an Emerging Platform for Cancer Therapy. *Nature Nanotechnology*, 2(12), 751-760.
- 8 Kalugin, A. V., Kartashova, E. A. (2021). «Application of Biocompatible Nanomaterials in Medicine» *Russian Journal of Biophysics*, 45(5), 673-688.
- 9 European Medicines Agency (EMA). (2022). «Guidance on Nanotechnology-Based Medicinal Products Available at www.ema.europa.eu.
- 10 World Health Organization (WHO). (2021). «Ethics and Safety in the Development of Nanomedicines. » Available at www.who.int.
- 11 Allen, T. M., Cullis, P. R. (2013). «Liposomal Drug Delivery Systems: From Concept to Clinical Applications *Advanced Drug Delivery Reviews*, 65(1), 36-48.
- 12 Kumar, S., Gupta, R. (2020). «Nanotechnology in Cancer Treatment: Recent Advances and Challenges» *International Journal of Nanomedicine*, 15, 6737-6756.

Сведения об авторах**АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
INFORMATION ABOUT AUTHORS**

Абишкенов М.Ж. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: m.abishkenov@tttu.edu.kz
Абілберікова А.А. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: abilberikova90@mail.ru
Ахметова М.Р. – Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан
Бүлекова Г.А. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: g.bulekova@tttu.edu.kz
Бұланбай Д.М. – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail:bulanbay@tttu.edu.kz
Ермаханбетов Қ.Е. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: k.ermakhanbetov@tttu.edu.kz
Жиренбаева Ж.А. – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: zh.zhirenbaeva@tttu.edu.kz
Жумағалиев М.Б. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Исабекова Г.Д. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: g.issabekova@tttu.edu.kz
Карипбаева А.Р. – <i>Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан</i>
Клопов Ю.С. – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: yu.klopov@tttu.edu.kz
Колесникова Р.К. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail.ru: r.kolesnikova@tttu.edu.kz
Қыдырбаева С.Ж. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан.
Қуатбай Е. Қ. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Майкенов А.Е. – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail a.maykenov@tttu.edu.kz
Мосунов А.Л. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Нурумғалиев А.Х. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан,
Пушанова А.Т. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, a.pushanova@tttu.edu.kz
Тавшанов И.С. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Тайсағатов А.Д. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: a.taisagatov@tttu.edu.
Халыков А.С. – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан, E-mail: a.chalykov@tttu.edu.kz
Холодова Г.М. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Шаяхметова Г.А. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail:g.shayakhmetova@tttu.edu.kz
Юсупова Ж.Н. – Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан
Яворский В.В. – Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Правила оформления и предоставления статей

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан
Карагандинский индустриальный университет

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

Уважаемые коллеги!

До **15 ноября 2024** года осуществляется прием научных статей в следующий выпуск Республиканского научного журнала «**Вестник Карагандинского государственного индустриального университета**», который зарегистрирован в Международном центре по регистрации сериальных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) с присвоением международного номера ISSN 2309-1177. Территория распространения журнала: Республика Казахстан, страны ближнего и дальнего зарубежья.

В журнале предусмотрены следующие разделы

- Раздел 1. Металлургия, технологии новых материалов;
- Раздел 2. Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство;
- Раздел 3. IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника;
- Раздел 4. Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины;
- Раздел 5. Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ

В республиканском научном журнале «*Вестник Карагандинского государственного индустриального университета*» публикуются результаты актуальных работ, имеющих исследовательский характер, обладающих научной новизной и практической значимостью.

Языки публикации: казахский, русский, английский.

Статья представляется в Департамент науки и инноваций в одном экземпляре.

К тексту статьи, подписанному автором (-ами), прилагаются аннотация на русском, казахском и английском языках (100 слов), внешняя и внутренняя рецензии, анкета автора (-ов).

Текст редактированию не подлежит, поэтому все материалы должны быть оформлены в соответствии с требованиями и тщательно отредактированы. Материалы, не соответствующие вышеуказанным требованиям, не рассматриваются и обратно не высылаются.

Требования к оформлению статей:

Объем статьи, включая библиографию, не должен превышать 15 страниц текста, набранного на компьютере (редактор Microsoft Word), минимальный объем статьи - 4 страницы.

Поля рукописи должны быть: верхнее и нижнее - 25 мм, левое и правое - 20 мм; шрифт - TimesNewRoman, размер - 11 пт; межстрочный интервал - одинарный; выравнивание - ширина; отступ абзаца - 0,8 см.

Материал статьи оформлен в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов».

В структуру статьи входят следующие разделы:

Правила оформления и предоставления статей

- **Заголовок:** включает отдельную строку слева от индекса УДК, информацию об авторах (инициалы и фамилия, название учреждения или организации, город, страна, e-mail автора, ответственного за переписку с редактором), название статьи;

- **Реферат:** оформлен в соответствии с ГОСТ 7.9-95 «Реферат и реферат. Общие требования». Обязательные компоненты аннотации: информативность (объем - 100 слов); оригинальность (новизна статьи); содержание (основное содержание). статьи и результатов исследования); структурированы; выводы. Аннотация предоставляется на английском, казахском и русском языках;

- **Ключевые слова:** не менее 8-10 основных терминов или коротких фраз, которые используются в статье. Ключевые слова предоставляются на английском, казахском и русском языках. Аннотация и ключевые слова на языке статьи предшествуют основному тексту статьи, аннотации и ключевые слова на других языках размещаются после библиографического списка статьи;

- **Введение:** обоснование актуальности и степени развития темы (возможен краткий обзор научной литературы по теме исследования); постановка задачи исследования; описание объекта и предмета исследования, целей и задач статьи; краткое описание его строения.

- **Методы и материалы (экспериментальные):** описание методов и материалов, использованных в исследовании, включая методы сбора, обработки и анализа данных; характеристики выборки (если используется выборочное исследование);

- **Результаты и обсуждение:** описание и интерпретация полученных результатов с помощью рисунков, таблиц, графиков и рисунков;

- **Выводы:** формулировка выводов на основании полученных результатов; сравнение полученных результатов с существующими результатами по этой теме; оценка научной новизны и практической ценности полученных результатов.

- **Благодарности:** при наличии источника финансирования исследования (гранты, государственные программы) указывается информация о нем;

- **Список литературы:** библиографический список составляется дважды:

- «Список литературы» - на языке оригинала источников (казахский, русский и другие неанглийские языки) оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Ссылки на источники на языке, использующем кириллицу, необходимо транслитерировать латинскими буквами;

- «Список литературы» - на английском языке (оформлен в соответствии с международным библиографическим стандартом APA (<http://www.bibme.org/citation-guide/APA/book>)).

Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т. Д. По порядку. Обращаясь к результату из книги, укажите его номер из списка литературы и (через точку с запятой) номер страницы, на которой этот результат опубликован. Например: [8; 325]. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются;

- **Информация об авторах:** включает следующие элементы: имя, отчество и фамилию; ученое звание, ученая степень; должность или профессия; место работы (название учреждения или организации, населенный пункт); название страны (для иностранных авторов); адрес электронной почты (e-mail).

Разделы статьи должны быть согласованы между собой, из текста статьи должна быть ясна исследовательская гипотеза (вопрос исследования), методология и методы исследования, результаты исследования и их вклад в развитие отрасли социологического знания, в рамках которой исследование было проведено.

Все сокращения и сокращения, за исключением общеизвестных сокращений, должны быть расшифрованы, когда они впервые используются в тексте.

В артикуле нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Правила оформления и предоставления статей

Таблицы, рисунки и формулы не должны содержать неточностей в обозначении символов и знаков. Рисунки должны быть четкими, чистыми и не сканированными. Ссылки на рисунки и таблицы в тексте.

Перед подачей статьи в журнал необходимо тщательно проверить общую орфографию материалов, орфографию соответствующей терминологии и форматирование текста и ссылок.

Предоставляя текст для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм незаконных заимствований в рукописи произведения, правильное оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

Литературный источник оформляется в соответствии ГОСТ 7.1-2003. Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. Ссылки на использованные источники следует приводить в квадратных скобках. **Библиографическая запись выполняется на языке оригинала.**

Журналы

1 Третьяков Ю.Д. Процессы самоорганизации в химии материалов // Успехи химии. – 2003. – Т. 72, № 4. – С. 731-763.

2 Пак Н.С. Социологические проблемы языковых контактов // Вестник КазУМОиМЯ им. Абылай хана. Серия «Филология». – Алматы, 2007. – № 2(10). – С. 270-278.

Книги

1 Назарбаев Н.А. В потоке истории. - Алматы: Атамұра, 1999. – 296 с.

2 Надиров ПК. Высоковязкие нефти и природные битумы: в 5 т. – Алматы: Ғылым, 2001. – Т. 4. – 369 с.

3 Гембицкий Е.В. Нейроциркуляторная гипотония и гипотонические (гипотензивные) состояния: руководство по кардиологии: в 5 т. / под ред. Е.И. Чазова. – М.: Изд-во Медицина, 1982. – Т. 4. – С. 101-117.

4 Портер М.Е. Международная конкуренция / пер. с англ.; под ред. В.Д. Щепина. – М.: Международные отношения, 1993. – 140 с.

5 Павлов Б.П. Батуев СП. Подготовка водомазутных эмульсий для сжигания в топочных устройствах // В кн.: Повышение эффективности использования газообразного и жидкого топлива в печах и отопительных котлах. – Л.: Недра, 1983. – 216 с.

Сборники

1 Зимин А.И. Влияние состава топливных эмульсий на концентрацию оксидов азота и серы в выбросах промышленных котельных // Экологическая защита городов: тез. докл. науч.-техн. конф. – М: Наука, 1996. – С. 77-79.

2 Паржанов Ж.А., Моминов Х., Жигитеков Т.А. Товарные свойства каракуля при разном способе консервирования // Научно-технический прогресс в пустынном животноводстве и аридном кормопроизводстве: матер, междунар. науч.-практ. конф., поев. 1500-летию г. Туркестан. – Шымкент, 2000. – С. 115-120.

Законодательные материалы

1 Постановление Правительства Республики Казахстан. О вопросах кредитования аграрного сектора: утв. 25 января 2001 года, № 137.

2 Стратегический план развития Республики Казахстан до 2010 года: утв. Указом Президента Республики Казахстан от 4 декабря 2001 года, № 735 // www.minplan.kz. 28.12.2001.

3 План первоочередных действий по обеспечению стабильности социально-экономического развития Республики Казахстан: утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 6 ноября 2007 года, №1039//www.kdb.kz.

4 Республика Казахстан. Закон РК. О государственных закупках: принят 21 июля 2007 года.

Правила оформления и предоставления статей

5 Стратегический план Агентства РК по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2010-2014 годы: утв. постановлением Правительства РК от 3 марта 2010 года, № 17.

Патентные документы

1 А.с. 549473. Способ первичной обработки кожевенного сырья / Р.И. Лаупакас, А.А. Скороднянск; опубл. 30.09.1989, Бюл. № 34. – 2 с.

2 Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК 7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающие устройства / Чугаева В.П.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 200131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 22.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3с.

Газеты

1 Байтова А. Инновационно-технологическое развитие – ключевой фактор повышения конкурентоспособности // Казахстанская правда. – 2009. – № 269.

2 На реализацию проекта «Актау-Сити» будет направлено 36 млрд. тг // Панорама - 2009, октябрь – 16.

3 Кузьмин Николай. Универсальный солдат. «Эксперт Online» <http://www.nomad.su> 13.10.2009.

Ресурсы Internet

1 Образование: исследовано в мире [Электронный ресурс]: междунар. науч. пед. интернет журнал с библиотекой депозитарием / Рос. акад. Образования ; Гос. науч. пед. б-ка им. К. Д. Ушинского. - Электрон, журн. – М., 2000. – Режим доступа к журн.: <http://www.oim.ru>, свободный.

2 Шпринц, Лев. Книга художника: от миллионных тиражей – к единичным экземплярам [Электронный ресурс] / Л. Шпринц. – Электрон. текстовые дан. – Москва: [б.и.], 2000. – Режим доступа: <http://atbook.km.ru/news/000525.html>, свободный.

Неопубликованные документы

Отчеты о научно-исследовательской работе

1 Формирование и анализ фондов непубликуемых документов, отражающих состояние науки Республики Казахстан: отчет о НИР (заключительный) / АО «Нац. центр научно-техн. информ.»: рук. Сулейменов Е. З.; исполн.: Кульевская Ю. Г. – Алматы, 2008. – 166 с. – № ГР 0107РК00472. – Инв. № 0208РК01670.

Диссертации

1 Хамидбаев К.Я. Каракульские смушки Казахстана и некоторые факторы, обуславливающие их изменчивость: автореф. ... канд. с.-х. наук: 06.02.01. – Алма-Ата: Атамура, 1968. – 21 с.

2 Избаиров А.К. Нетрадиционные исламские направления в независимых государствах Центральной Азии: дис. ... док. ист. наук: 07.00.03 / Институт востоковедения им.Р.Б. Сулейменова. – Алматы, 2009. – 270 с. – Инв. № 0509РК00125.

Депонированные рукописи

1 Разумовский В.А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / Институт экономики. – Алматы, 2000. – 116 с. – Деп. в КазгосИНТИ 13.06.2000. – № Ка00144.

Языки публикации: казахский, русский, английский.

Текст редактированию не подлежит, поэтому все материалы должны быть оформлены в соответствии с требованиями и тщательно отредактированы. Материалы, не соответствующие вышеуказанным требованиям, не рассматриваются и обратно не высылаются.

Статья предоставляется в Департамент науки и инновации в одном экземпляре и на электронном носителе.

Правила оформления и предоставления статей

Оплата за публикацию статьи в журнале **3500 тенге.**

Взнос с пометкой «Оплата за публикацию в республиканском научном журнале «Вестник Карагандинского государственного индустриального университета»» перечисляется по адресу: 101400 г. Темиртау, пр. Республики, 30; Карагандинский государственный индустриальный университет, БИН 060940005033; ИИК KZ278560000006666996, АО «Банк Центр Кредит», БИК KСJBKZKX, БИН 060940005033.

(ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ)

МРНТИ 53.31.19

УДК: 669

Е.Қ. Қуатбай¹, Ю.И. Шишкин¹, С.Т. Бақыт²

¹Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
²ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», кафедра Пирометаллургические процессы,
 г. Челябинск, Российская Федерация
 (E-mail: ye.kuatbay@ttu.edu.kz)

Возможность получения конвертерной стали с низким содержанием серы

На основе обработки литературных данных и промышленных плавок конвертерного цеха АО «АрселорМиттал Темиртау» показана перспективность внепечного рафинирования чугуна от серы.

Показано, что в реальных условиях конвертерной плавки невозможно стабильно получать содержание серы в готовом металле ниже 0,01%, даже при условии обработки его на установке доводки металла (УДМ). Окислительные шлаки сталеплавильных процессов являются слабыми десульфураторами из-за высокого содержания в них закиси железа (до 20% и более). Степень удаления серы (η_s) в лучшем случае составляет 20-30%, в то время как этот показатель для фосфора составляет более 90%.

Низкое и особо низкое содержание серы в стали (до 0,0005%) обеспечивается за счет внепечной десульфурации чугуна. При внепечной обработке чугуна создаются более благоприятные условия для удаления серы, чем в кислородном конвертере. Причиной этого является присутствие в значительных количествах элементов, повышающих коэффициент активности серы, прежде всего, углерод, а также низкий окислительный потенциал чугуна. С учетом того, что углерод и кремний, содержащиеся в чугуне, повышают активность серы, то для получения стабильно низких концентраций серы в готовой стали целесообразно использовать современные методы десульфурации чугуна, а не стали. Показано, что из всех десульфураторов чугуна наиболее эффективным материалом является магний.

Ключевые слова: сталь, чугун, десульфурация, активность серы, реагент, рафинирование, коэффициент распределения, магний.

Введение

Удаление серы из металла – одно из главных условий производства качественной стали. Внедрение непрерывной разливки требует снижения содержания серы даже в металле массового назначения для обеспечения качественной структуры и поверхности непрерывно-литого сляба [1].

Кислородно-конвертерный процесс мало приспособлен для глубокой десульфурации металла. Степень удаления серы в лучшем случае составляет 20-30% [2].

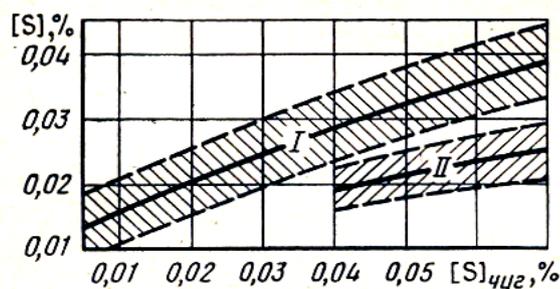
Методы и материалы

Правила оформления и предоставления статей

С учетом того, что основным компонентом кислородно-конвертерной плавки является чугун, доля которого может составлять 75-100%, его рафинирование от серы является предпочтительнее.

Технологические возможности удаления серы на стадиях подготовки и производства металла при существующей глубине обогащения железорудного сырья крайне ограничены и сопряжены с большими затратами топлива, флюсов, а также снижением производительности металлургических агрегатов. Это обстоятельство заставляет внимательно оценивать возможности внепечных способов десульфурации чугуна.

Изложенное выше подтверждается данными рисунка 2 [3].



I - одношлаковый процесс; II - двухшлаковый процесс

Рисунок 2. Влияние содержания серы в чугуне $[S]_{\text{чуг}}$ на содержание ее в стали $[S]$

Таблица 1

Изменение показателей кислородно-конвертерной плавки при снижении содержания S в чугуне на 0,01%

Сталь	Снижение расхода на 1 т стали			Увеличение производительности	
	известки, кг	бокситы, кг	кислорода, м ³	т/мин	%
СВ08А	15,0	0,3	2,0	0,25	12,1
35ГС	21,0	0,3	2,0	0,32	13,7

Результаты и обсуждение

Результаты обработки данных опытных плавки показали, что даже при двойном скачивании промежуточного шлака средняя степень удаления серы, η_s составляет 38,6%, в то время, как для фосфора $\eta_p = 97,3\%$ (таблица 3), что подтверждает необходимость внепечной обработки чугуна.

Выводы

Использование десульфурации чугуна гарантирует при производстве трубных марок стали содержание серы в металле 0,002-0,005%, что позволяет обеспечить заданные потребительские свойства проката.

В случае необходимости при данной технологии десульфурации чугуна возможно достижение ультранизких концентраций серы после обработки вплоть до 0,0005%, независимо от исходного ее содержания.

Список литературы

Правила оформления и предоставления статей

1 Кудрин В.А. Теория и технология производства стали. - М.: Издательство Мир, 2003. – 528 с.

2 Шишкин Ю.И. Оценка альтернативных способов получения стали с низким содержанием серы // Труды международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в металлургии». - Темиртау, 2001. - С. 272-275.

3 Шишкин Ю.И., Торговец А.К., Григорова О.А. Теория и технология конвертерных процессов. – Алматы: Гылым, 2006. – 192 с.

Е.Қ. Қуатбай, Ю.И. Шишкин, С.Т. Бақыт, Н.Б. Мажибаев, Н.Ж. Айкенбаева

Төмен күкіртті конвертерлік болат алу мүмкіндігі

Әдеби деректерді өңдеу және «АрселорМиттал Теміртау» АҚ конвертер цехының өнеркәсіптік балқытулары негізінде шойынды күкірттен пештен тыс тазарту келешегі көрсетілген.

Конвертерлік балқытудың нақты жағдайларында дайын металдағы күкірт мөлшерін 0,01% - дан төмен тұрақты алу мүмкін емес, тіпті оны металды жетілдіру қондырғысында (МЖҚ) өңдеген жағдайдың өзінде. Болат балқыту үдерістерінің тотықтырғыш қождары құрамында темір тотығының жоғары болуына байланысты (20% - ға дейін және одан да жоғары) әлсіз күкіртсіздендіргіш болып табылады. Күкіртті жою дәрежесі (η_s) ең жақсы жағдайда 20-30% құрайды, ал фосфор үшін бұл көрсеткіш 90% - дан асады.

Болаттағы күкірттің төмен және өте төмен құрамы (0,0005% - ға дейін) шойынды пештен тыс күкіртсіздендіру есебінен қамтамасыз етіледі. Шойынды пештен тыс өңдеу кезінде оттекті конвертерге қарағанда күкіртті жою үшін қолайлы жағдайлар жасалады. Мұның себебі күкірттің белсенділік коэффициентін арттыратын элементтер мөлшерінің айтарлықтай көп болуы, ең алдымен көміртегі, сонымен қатар шойынның тотығу потенциалының төмен болуы. Шойын құрамындағы көміртегі мен кремний күкірттің белсенділігін арттыратындығын ескере отырып, дайын болатта күкірттің тұрақты төмен концентрациясын алу үшін болатты емес, шойынды күкіртсіздендірудің заманауи әдістерін қолданған жөн. Шойынды күкіртсіздендіргіштер ішіндегі ең тиімді материал магний екендігі көрсетілген.

Түйін сөздер: болат, шойын, күкіртсіздендіру, күкірт белсенділігі, реагент, тазарту, таралу коэффициенті, магний.

Ye.K. Kuatbay, Yu.I. Shishkin, S.T. Bakhyt, N.B. Mazhibayev, N.Zh. Aikenbayeva

The possibility of producing converter steel with a low sulfur content

Based on the processing of literature data and industrial smelting of the converter shop of JSC "ArcelorMittal Temirtau", the prospects of out-of-furnace refining of cast iron from sulfur are shown.

It is shown that under real conditions of converter melting, it is impossible to consistently obtain a sulfur content in the finished metal below 0,01%, even if it is processed at the metal finishing installation (MFI). Oxidizing slags of steelmaking processes are weak desulfurizers due to their high content of iron oxide (up to 20% or more). The degree of removal of sulfur (η_s) is at best 20-30%, while this indicator for phosphorus is more than 90%.

Low and particularly low sulfur content in steel (up to 0,0005%) is provided by extra-furnace desulphurization of cast iron. In the out-of-furnace treatment of cast iron, more favorable conditions are created for the removal of sulfur than in an oxygen converter. The reason for this is the presence of significant amounts of elements that increase the activity coefficient of sulfur, primarily carbon, as well as the low oxidative potential of cast iron. Given that the carbon and silicon contained in cast iron increase the activity of sulfur, it is advisable to use modern methods of desul-

Правила оформления и предоставления статей

phurization of cast iron, rather than steel, to obtain consistently low concentrations of sulfur in finished steel. It is shown that of all cast iron desulfurizers, magnesium is the most effective material.

Key words: steel, cast iron, sulfur removal, the activity of sulphur, reagent, the refining, distribution coefficient, magnesium.

References

- 1 Kudrin V.A. Teoriya i tekhnologiya proizvodstva stali. - M.: Izdatelstvo Mir. 2003. – 528 s.
- 2 Shishkin Yu.I. Otsenka alternativnykh sposobov polucheniya stali s nizkim sodержaniyem sery // Trudy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Nauchno-tekhnicheskiy progress v metallurgii». - Temirtau. 2001. - S. 272-275.
- 3 Shishkin Yu.I., Torgovets A.K., Grigorova O.A. Teoriya i tekhnologiya konverternykh protsessov. – Almaty: Gylym. 2006. – 192 s.

Ответственный секретарь
Технический редактор
Компьютерная верстка

В. Кунаев
Н. Зобнин
Н. Зобнин

29.09.2024 ж. бастап басылып шығарылады. Пішімі 60×84 1/8. Кітап-журнал қағазы. Көлемі 20 шартты б.т. Таралымы 500 дана. Бағасы келісім бойынша. ЦТД ҚИУ. Тапсырыс № 3289. Индекс 74946.

Дата выхода 29.09.2024 г. Формат 60×84 1/8. Бумага книжно-журнальная. Объем 20 уч.-изд.л. Тираж 500 экз. Цена договор. ДЦТ КИУ. Заказ № 3289. Индекс 74946.
