



TEMIR TAU TECH
UNIVERSITY

Қарағанды мемлекеттік
индустриялық университетінің
ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК
Карагандинского государственного
индустриального университета

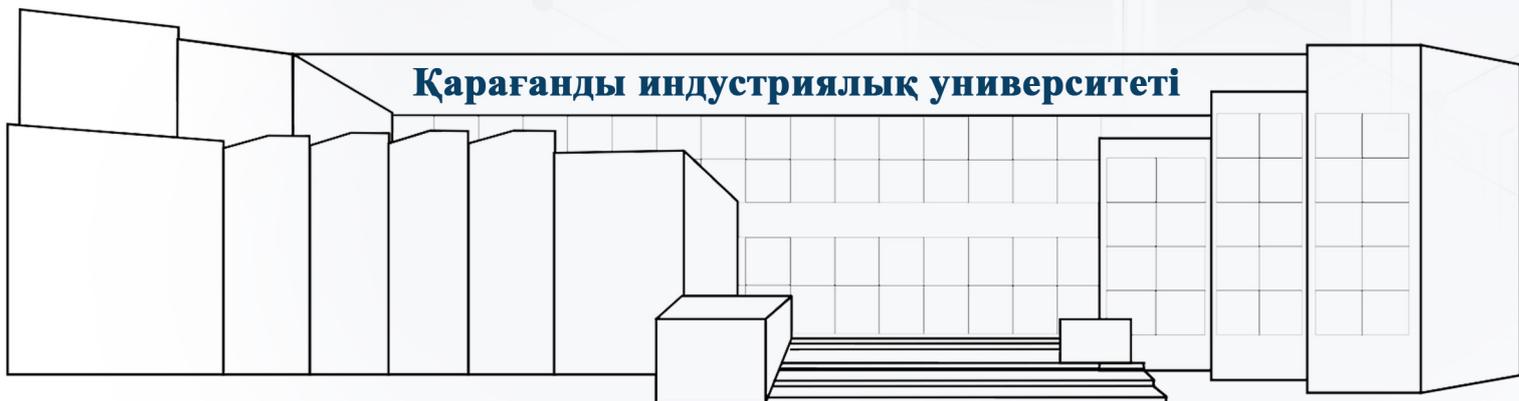
BULLETIN
of the Karaganda state
industrial university

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

4

(47) 2024

Қарағанды индустриялық университеті



ISSN 2309-1177

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

Периодичность 4 раза в год
№ 4 (47) 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 ýniversitetiniń 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 И.Е.ВОЛОКИТИНА, Г.М.ЖУМАНАЗАРОВА <i>Тот баспайтын сымды тарту кезінде криогендік салқындатуды қолдану</i>	7
1.2 Л.У.КУЗБАЕВА, С.С.АЙНАБЕКОВА, Н.Ж.АЙКЕНБАЕВА <i>Нанотранзисторлар өндірісіндегі инновациялық технологиялар</i>	12
1.3 М.Е.САҒАДИ <i>Зеленая металлургия: Водородные технологии как ключевой фактор декарбонизации металлургической промышленности</i>	18
1.4 П.Л.Цыба <i>Порошковая металлургия: новые материалы и методы их получения</i>	24
Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство».....	29
2.1 Б.А.БАЗАРОВ, А.Н.КОНАКБАЕВА, В.А.РОМАЗАНОВ, А.Г.АБДИЮСУПОВ <i>Транспорт инфрақұрылымы ғимараттары үшін деформацияланатын конус пішінді негіздерді зерттеу</i>	30
2.2 Е.С.АЙТБАЕВ, Т.С.БЕЙСЕМБАЕВ <i>Разработка и применение композитных материалов в строительстве</i>	35
2.3 А.Г. БУРУМБАЕВ <i>Машиностроение и инженерный анализ: новые инструменты моделирования</i>	46
2.4 М.А.АЛДАБАЕВ <i>Разработка экологических транспортных систем на базе водородных технологий</i>	52
Раздел 3. IT-технологии, энергетика, автоматизация и вычислительная техника	59
3.1 O.ONICHSHENKO, S.KAMAROVA, G.ZHABALOVA, O.DENISSOVA <i>Use of under-furnace devices behind the rotary kiln of the limestone burning shop of JSC «Qarmet»</i>	60
3.2 V.K.TYTIUK, O.P.CHORNYI, V.V.BOUCHER, O.K.DANYLEIKO., A.O.CHVANNOVA <i>Information technology for automation of mathematical modelling of the mechanical part of mechatronic systems</i>	67
3.3 В.Д. НИКОЛЕНКО <i>Влияние мобильных приложений на образ жизни и повседневные привычки пользователей</i>	82
3.4 М.Б.ЖУМАГАЛИЕВ <i>Применение блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок</i>	88

Раздел 4. Экономика. Общеобразовательные, социально-гуманитарные и фундаментальные дисциплины.....	97
4.1 М.М. TATIEVA, I.M. TATIEVA, Z.A. BAYASSILOVA <i>On the issue of the university patent strategy</i>	98
4.2 О.Н. ГУМЕНЧУК, А.М. ТИЛЕУБАЕВ, А.К. ЖУНУСОВА <i>Жоғары оқу орнындағы интернет-білім беру: артықшылықтары мен кемшіліктері</i>	105
4.3 Ш.А.ХАМИТОВА <i>Ағылшын тіліндегі түркізмдердің фонетикалық және грамматикалық адаптациясы туралы</i>	110
4.4 К.А. АСАНОВА, А.Т.МЫРЗАХАНОВА <i>Қазақ және орыс тілдерін оқытуда қолданылатын тиімді әдістер мен тәсілдер</i>	119
Раздел 5.Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности».....	123
5.1 Г.С.ТЛЕУЛЕСОВА., Т.С.КАППАРОВА, А.А.ЧЕРНЫШЕВА, А.Ж. МЕРЕКЕ <i>Химия өнеркәсібіндегі жеке қорғаныс құралдары</i>	124
5.2 А.С.УТЕГУЛ, В.В. МЕРКУЛОВА, АЛМАЗОВА А.И., СИТДИКОВА Е.В. <i>Ацетиленгликольдерді синтездеу әдістерін зерттеу</i>	129
5.3 А.К.СЫЗДЫКОВ., О.А.НУРКЕНОВ., С.К.КАБИЕВА., А.И.ХЛЕБНИКОВ, А.П.БОГОЯВЛИНСКИЙ <i>Синтез, строение и противовирусная активность новых гидразонов на основе N-аминоморфолина</i>	134
5.4 А.Ж. МЕНДИБАЕВА, О.А.НУРКЕНОВ, С.К. КАБИЕВА, И.В. КУЛАКОВ, С.Д. ФАЗЫЛОВ, Т.М. СЕЙЛХАНОВ, А.К. СЫЗДЫКОВ <i>Новые гидразоны 2-метил-5-нитро-6-фенилникотиновой кислоты</i>	146
Сведения об авторах.....	155
Правила оформления и предоставления статей.....	157

Раздел 1

**Металлургия,
технологии новых
материалов**

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

GTAMP 34.35.25

ЭОЖ: 621.7

И.Е. Волокитина, Г.М. Жуманазарова

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: i.volokitina@ttu.edu.kz, gl.zhumanazarova@ttu.edu.kz)***Тот баспайтын сымды тарту кезінде криогендік салқындатуды қолдану**

Жоғары өнімділік және механикалық қасиеттері бар сым өндірісінде жоғары жалпы қысу дәрежелерін пайдалану ұтымсыз, өйткені суық пластикалық деформация сымның диаметрін төмендетеді, ал ыстық деформация кезінде сымның бастапқы диаметрінің шектеулері болады. Сондықтан сымды термомеханикалық өңдеу шығындарды азайтуға және өнімнің сапасын жақсартуға үлкен әлеуетке ие. Мақалада тот баспайтын сымды термомеханикалық өңдеу технологиясы әзірленген, ол аустениттік құрылымды алу үшін алдын ала термиялық өңдеуден және кейіннен криогендік салқындатумен дәстүрлі тарту дан тұрады. Мұндай өңдеу нәтижесінде аустенит пен α – мартенсит қоспасынан тұратын ультра ұсақ түйіршікті құрылым және жоғары беріктік пен пластикалық қасиеттер алынады. Криогендік салқындатуды қолдана отырып тарту кезінде орташа дән мөлшері 1 мкм болатын құрылым алынады, ал бөлме температурасында 2 мкм микроқұрылым алынады.

Түйін сөздер: тарту, сым, тот баспайтын болат, термомеханикалық өңдеу, микроқұрылым, механикалық қасиеттер.

Kipicne

Қазіргі уақытта ұзын өлшемді жартылай фабрикаларды алудың инновациялық технологияларын жетілдірудің ең перспективті бағыттарының бірі біріктірілген технологиялар болып табылады [1-2]. Мұндай технологиялар өндіріс тиімділігін жақсартуға мүмкіндік беретін жаңа процестердің дамуына, сондай-ақ өнімділігі төмен операциялар санының азаюы нәтижесінде еңбек өнімділігін едәуір арттыруға ықпал етеді. Сондай-ақ, инновациялық заманауи технологиялардың үйлесуі өндіріс орындарының қысқаруына ықпал етеді. Соңғы бірнеше жылда ғалымдардың қызығушылығы жоғары беріктік қасиеттеріне байланысты ультра ұсақ түйіршікті және наноқұрылымдармен сипатталатын материалдарға тартылды. Бірақ, әдетте, дәндердің беткі шекараларының көлемдік үлесінің жинақталуынан алынған беріктіктің едәуір артуы пластикалық қасиеттердің параллель төмендеуіне әкеледі. Нәтижесінде мұндай металдарды қолдану саласы айтарлықтай төмендейді. Бүгінгі материалдарға қойылатын үнемі өсіп келе жатқан талаптар оларды өндіру технологиясын жетілдіруге итермелейді. Жоғары беріктік пен икемділіктің ұтымды үйлесімі арқылы мақсатқа жету керек. Жоғарыда айтылғандардың нәтижесінде термомеханикалық өңдеумен аустенитті хромоникельді болаттан жасалған сымның беріктігі мен пайдалану қасиеттерін арттыруға мүмкіндік беретін технологияны әзірлеу өзекті міндет болып табылады.

Сым әрқашан металл илемдеудің негізгі түрлерінің бірі болды, өйткені көлденең қимасы әртүрлі профильдерден жасалған, бірақ көбінесе дөңгелек. Қазіргі уақытта қазіргі заманғы өнеркәсіптің дамуымен металдар сұранысқа ие бола бастады. Қазіргі уақытта қазақстандық компаниялар қолданатын сым өндіру технологияларын ескірген деп атауға болады, өйткені олар жоғары энергия тұтыну және төмен өнімділік сияқты жағымсыз факторлармен сипатталады.

Аустениттік коррозияға төзімді болаттардың жыл сайынғы әлемдік өндірісі жылына шамамен 22 миллион тоннаны құрайды, бұл барлық коррозияға төзімді болаттардың әлемдік нарығының 80% құрайды [3]. Мұндай болаттардың басты артықшылығы-олардың жоғары өнімділігі: коррозияға төзімділігі, икемділігі және беріктігі. Сондықтан аустениттік коррозияға төзімді болаттар металлургияда, аспап жасауда, машина жасаудың әртүрлі салаларында және т. б. құрылымдық материал ретінде кеңінен қолданылады. Мұндай болаттардың маңызды қасиеті-қатайтылғаннан кейін

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

олар таза аустениттік құрылымға ие және пластикалық деформация кезінде γ - α түрленуіне ұшырайды. Мартенсит концентрациясы неғұрлым жоғары болса, деформация температурасы соғұрлым төмен болады және деформация дәрежесі соғұрлым жоғары болады. Әдетте, өте қарқынды деформациядан кейін де аустениттің бір бөлігі мартенситке айналмауы мүмкін [4, 5]. Сондықтан 12X18H10T болаттан жасалған сымды және оның жоғары беріктік қасиеттері бар аналогтарын өндіруде 90-92% деформация ұсынылады [6, 7]. Мұндай қысу кезінде де құрылымда мартенситтің тек 75% - ы түзіледі. Сонымен қатар, бұл пластикалық және беріктік қасиеттерінің ең жақсы үйлесімі болып шығады. Орташа және үлкен қималардың сымдарын деформациялау кезінде мұндай жоғары қысуды қолдану орынды емес, өйткені алынған сымның диаметрі әрқашан өз шектеулеріне ие. тартуды қолдану әрқашан мұндай сымның диаметрінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі.

Жақында сұйық азотты қолдану арқылы металдарды қысыммен өңдеу (МҚӨ) әдістерімен деформациялау кезінде криогендік салқындатуды қолдануға үлкен қызығушылық бар [8, 9]. Бұл жағдайда өңдеу қайта кристалданумен немесе динамикалық қайтарумен бірге жүрмейді. Бұл микроқұрылымды неғұрлым қарқынды ұнтақтауға мүмкіндік береді. Мұндай деформацияның тағы бір артықшылығы-дәстүрлі МҚӨ әдістерімен салыстырғанда аз деформация дәрежесінде беріктік қасиеттерінің көп жоғарылауы.

Құрылымдық компоненттерді ұнтақтау тұрғысынан мұндай өңдеудің тиімділігін растайтын криогендік деформациялар саласында жүргізілген зерттеулер [8, 9] бар. Сонымен, [8, 10] еңбектерінде криогендік деформациядан кейінгі бастапқы ірі түйіршікті мыс пен алюминийдің микроқұрылымы әдеттегі суық деформациядан кейінгі дәндердің айтарлықтай аз мөлшерімен ерекшеленетіні дәлелденді. Сондықтан криогендік салқындатуды сұйық азоттың көмегімен жолақтан шыққан кезде бірден қолдану ұсынылады, бұл материалдың беріктігі мен икемділігі арасында тиімді ымыраға келеді. Бұған дислокацияның қозғалғыштығының жоғарылауы және сонымен бірге олардың тығыздығының артуы арқылы қол жеткізуге болады. Мартенситтік айналу мартенситтік айнарудың басталу температурасынан төмен температурада жүргенде, бос энергияларда үлкен айырмашылық пайда болады, бұл тұрақты өсумен салыстырғанда дән мөлшерінің күрт төмендеуіне әкеледі.

Зерттеу материалы мен әдістемесі

Үлгілер ретінде 08X16H15M3 маркалы болаттан жасалған сым бастапқы осьтік аустениттік құрылымды алу үшін термиялық өңделген күйде пайдаланылды, өйткені аустениттік құрылым δ -ферритке қарағанда әлдеқайда күшті «тойтарылады», бұл қаттылықтың жоғарылауына байланысты деформацияға үлкен қарсылық көрсетеді. Бұл күй 1050°C температурада қатайту, осы температурада 30 минут ұстау және суда салқындату арқылы алынды.

Зертханалық эксперимент В-I / 550 м өнеркәсіптік жолақтау диірменінде жүргізілді. Деформация салыстыру үшін криогендік және бөлме температурасында үш рет өту арқылы жүзеге асырылды. Бөлме температурасында тот баспайтын сымды тарту стандартты әдіс бойынша жүзеге асырылды: сымның ұшы нүктелік станоктың көмегімен қайралып, талшық ұстағышқа орнатылған талшыққа орнатылды, содан кейін оны толтыру кенелерімен ұстап алды және барабанда сымның 3 бұрылысын тергеннен кейін тоқтады. Криогендік салқындатылған сымды тарту -бұл қондырғының бір сызығында жүзеге асырылатын кейінгі термиялық өңдеумен біріктірілген ҚМӨ процесі. Сымды байланыстыру процесі бөлме температурасында деформациялау кезіндегідей. Сымның үшкір ұшы талшыққа орнатылады, содан кейін ол криогендік салқындату жүзеге асырылатын бос камера-резервуар арқылы өтеді. Бұл камера-резервуар талшық ұстағыштың артындағы диірмен желісіне орнатылады. Сымның ұшы сүйреу диірменінің барабанына бекітіліп, барабанға оралады. Сүйреу диірмені деформацияның жұмыс жылдамдығына жеткенде, резервуар камерасы сұйық азотпен толтырылады. Резервуар камерасы азотты қайта өңдеу жүйесімен жабдықталған. Болатты тарту кезінде қысу 10-12% - дан аспауы керек, біріктірілген процесінің ерекшеліктерін ескере отырып, біз 5-7% - ға дейін төмендету туралы шешім қабылдаймыз, яғни бір өту үшін 6 мм-ден 5,6 мм-ге дейін, содан кейін екінші өту 5,6 мм-ден 5,3 мм-ге дейін және үшінші өту 5,3 мм-ден 5 мм-ге дейін. Сүйреу кезінде сым деформация ошағында қарқынды қызады, температура 120-150°C дейін артады, содан кейін тот баспайтын сым қарқынды салқындату камерасына түседі, онда оның криогендік салқындауы -196°C дейін жүреді.металлографиялық талдау Leica оптикалық микроскопында жүргізілді. Механикалық созылу сынақтары Instron 5882

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

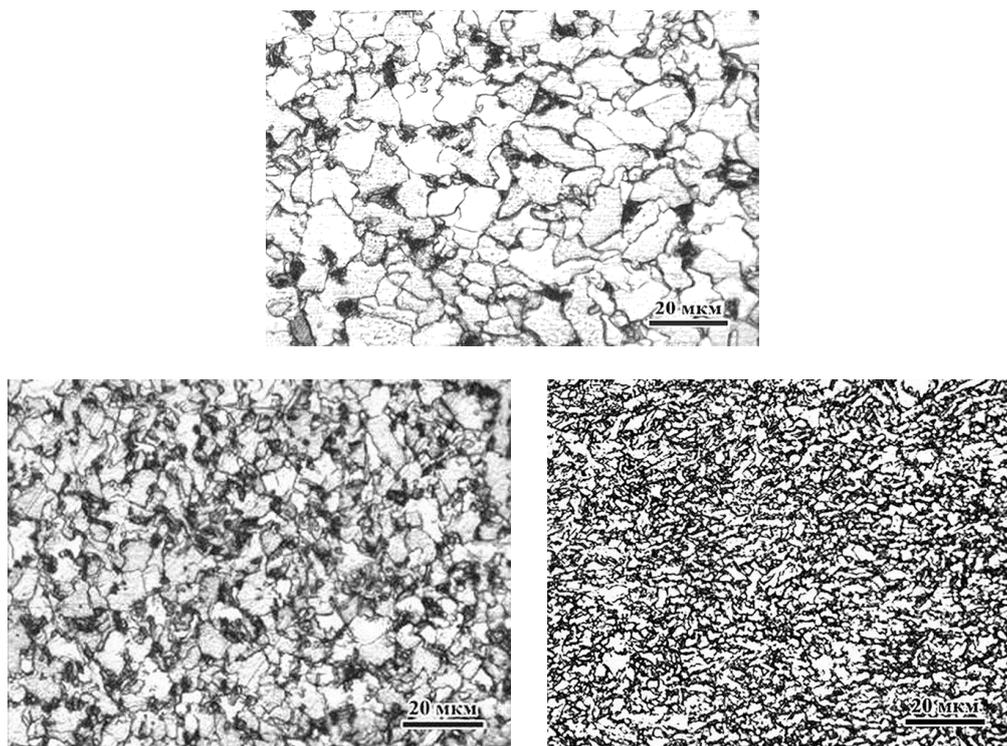
машинасында МЕМСТ 1497-84 ұсынымдары бойынша стандартты цилиндрлік үлгілерде бөлме температурасында жүргізілді.

Нәтижелер және оларды талқылау

08X16H15M3 тот баспайтын болаттан жасалған бастапқы микроқұрылым сүйреуге дейін полиэдрлі аустениттің ірі түйіршікті дәндерімен ұсынылған. Дәннің орташа мөлшері 20 мкм, құрылымында аздаған егіздер бар (а суретін қараңыз). Бөлме температурасында және криогендік салқындатуды қолданғаннан кейін алынған сымның микроқұрылымы б-в суретте көрсетілген.

Бөлме температурасында деформацияланған сымның микроқұрылымын талдау 3 деформация циклі текстуралы құрылымның пайда болуына әкелетінін көрсетті (в суреті). Деформация процесінде тот баспайтын сыммен алынған жоғары жалпы қысу нәтижесінде де барлық түйіршіктер бірдей ұсақталмайды және деформация бағытында айналады. Криогендік салқындатуды қолдана отырып тарту кезінде орташа дән мөлшері 1 мкм болатын құрылым алынады (в суреті), ал бөлме температурасында 2 мкм микроқұрылым алынады (в суреті). Екі температурада деформациядан кейін α – мартенсит пен аустенит қоспасынан тұратын микроқұрылым алынды.

Жүргізілген созылу сынақтары сымның бастапқы күйінде келесі сипаттамаларға ие екенін көрсетті: аққыштық шегі – 243 МПа және беріктік шегі – 605 МПа, салыстырмалы ұзарту – 55%. Криогендік температурада сүйреу бастапқы күймен салыстырғанда беріктік шегінің 1050 МПа дейін өсуіне әкеледі. Кірістілік шегі 920 МПа дейін артады. Иілгіштік мәні бастапқы күймен салыстырғанда 35% - ға дейін төмендейді. Бөлме температурасында деформацияланған үлгілерде келесі механикалық қасиеттер кешені алынды: беріктік шегі – 1010 МПа, аққыштық шегі – 860 МПа. Иілгіштік мәні бастапқы күймен салыстырғанда 18% - ға дейін төмендейді.



а – бастапқы құрылым, б-бөлме температурасында тарту, в-криогендік температурада тарту.

Сурет 1 - 08X16H15M3 маркалы болаттың микроқұрылымы
Қорытынды

Тот баспайтын сымды термомеханикалық өңдеудің жаңа біріктірілген технологиясы әзірленді, оның айрықша ерекшелігі сымды жолақтан шыққаннан кейін криогендік салқындату болып табылады.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Зерттелетін сымның жоғары беріктігі, жақсы икемділігі және өнімділігі бұл сымды машина жасауда қолдануға мүмкіндік береді, өйткені мұндай сым дәстүрлі сызу процесімен салыстырғанда икемділіктің жоғарылауына ие, бұл оны аралық күйдірісіз үлкен деформациямен одан әрі өңдеуге мүмкіндік береді. Криогендік температурада деформацияланған сымның беріктігі мен пластикалық қасиеттерінің жоғарылауын мартенситтің жоғарылауымен түсіндіруге болады, ал деформацияланған мартенситтің қаттылығы аустенитке қарағанда жоғары.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Andreev V.A., Yusupov V.S., Perkas M.M., Prosvirnin V.V., Shelest A.E., Prokoshkin S.D., Khmelevskaya I.Yu., Korotitskii A.V., Bondareva S.A., Karelin R.D. Mechanical and Functional Properties of Commercial Alloy TN-1 Semiproducts Fabricated by Warm Rotary Forging and ECAP // Russian Metallurgy (Metally). – 2017. – Vol. 10. – Pp. 890-894.
- 2 Naizabekov A., Volokitina I., Volokitin A., Panin E. Structure and mechanical properties of steel in the process «pressing-drawing» // Journal of Materials Engineering and Performance. – 2019. – Vol. 28. – Pp. 1762-1771.
- 3 Cunat, P.J. Aciers inoxydables: Propriétés, résistance à la corrosion / P.J. Cunat // Techniques de l'ingénieur.– 2000. – No. M 4541. – C. 1-16.
- 4 S.S. Kazemi, M. Homayounfard, M. Ganjani, N. Soltani. Numerical and Experimental Analysis of Damage Evolution and Martensitic Transformation in AISI 304 Austenitic Stainless Steel at Cryogenic Temperature. Progress in Materials Science. 2019, Vol. 53, 9. Pp. 893-979.
- 5 M. Glatt, H. Hotz, P. Kölsch, A. Mukherjee, B. Kirsch, J.C. Aurich. Predicting the martensite content of metastable austenitic steels after cryogenic turning using machine learning. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 2021, V. 115, 749-757.
- 6 Xu, W. Modelling and characterization of chi-phase grain boundary precipitation during aging of Fe-Cr-Ni-Mo stainless steel / W. Xu, D. S. Martin, P.E.J. Rivera D'iaz del Castillo, S. van der Zwaag // Materials Science and Engineering A. 2007. V. 467. Pp. 24-32.
- 7 Bidulský R., Bidulská J., Gobber F.S., Kvačák T., Petroušek P., Actis-Grande M., Weiss K-P., Manfredi D., Case Study of the Tensile Fracture Investigation of Additive Manufactured Austenitic Stainless Steels Treated at Cryogenic Conditions // Materials.– 2020. – Vol. 13. No. 3328.
- 8 Panigrahi S.K., Jayaganthan R., Pancholi V., Gupta M. A DSC study on the precipitation kinetics of cryorolled Al 6063 alloy // Materials Chemistry and Physics. – 2010. – No. 12. – Pp. 188-193.
- 9 Volokitina I., Siziakova E., Fediuk R., Kolesnikov A. Development of a Thermomechanical Treatment Mode for Stainless-Steel Rings // Materials. – 2022. – Vol. 15. – 4930.
- 10 Ramesh Kumar S., Kondaiah Gudimetla, Tejaswi B., Ravisankar B. Effect of Microstructure and Mechanical Properties of Al-Mg Alloy Processed by ECAP at Room Temperature and Cryo Temperature // Transactions of the Indian Institute of Metals. – 2017. – Vol. 70. – Pp. 639-648.

И.Е. Волокитина, Г.М. Жуманазарова

Применение криогенного охлаждения при вытягивании нержавеющей проволоки

Использование высоких общих степеней сжатия при производстве проволоки с высокими эксплуатационными и механическими свойствами нецелесообразно, так как холодная пластическая деформация уменьшает диаметр проволоки, а при горячей деформации имеются ограничения начального диаметра проволоки. Поэтому термомеханическая обработка проволоки имеет большой потенциал для сокращения затрат и улучшения качества продукции. В статье разработана технология термомеханической обработки нержавеющей проволоки, которая состоит из предварительной термической обработки для получения аустенитной структуры и последующего традиционного вытягивания с криогенным охлаждением. В результате такой обработки получается ультрамелкозернистая структура, состоящая из смеси аустенита и α - мартенсита, обладающая высокой прочностью и пластичностью. При вытягивании с применением

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

криогенного охлаждения получается структура с средним размером зерна 1 мкм, а при комнатной температуре — с микроструктурой размером 2 мкм.

Ключевые слова: вытягивание, проволока, нержавеющая сталь, термомеханическая обработка, микроструктура, механические свойства.

I.E. Volokitin, G.M. Zhumanazarova

Application of Cryogenic Cooling in the Drawing of Stainless Steel Wire

The use of high general degrees of compression in the production of wire with high operational and mechanical properties is not advisable since cold plastic deformation reduces the diameter of the wire, and hot deformation has limitations on the initial diameter of the wire. Therefore, thermomechanical treatment of wire has great potential for reducing costs and improving product quality. The article develops a technology for the thermomechanical treatment of stainless steel wire, which consists of preliminary thermal treatment to obtain an austenitic structure and subsequent traditional drawing with cryogenic cooling. As a result of such treatment, an ultrafine-grained structure is obtained, consisting of a mixture of austenite and α -martensite, possessing high strength and ductility. Drawing with cryogenic cooling results in a structure with an average grain size of 1 μm , while at room temperature, it has a microstructure size of 2 μm .

Keywords: drawing, wire, stainless steel, thermomechanical treatment, microstructure, mechanical properties.

References

- 1 Andreev V.A., Yusupov V.S., Perkas M.M., Prosvirnin V.V., Shelest A.E., Prokoshkin S.D., Khmelevskaya I.Yu., Korotitskii A.V., Bondareva S.A., Karelin R.D. Mechanical and Functional Properties of Commercial Alloy TN-1 Semiproducts Fabricated by Warm Rotary Forging and ECAP // Russian Metallurgy (Metally). – 2017. – Vol. 10. – Pp. 890-894.
- 2 Naizabekov A., Volokitina I., Volokitin A., Panin E. Structure and mechanical properties of steel in the process «pressing-drawing» // Journal of Materials Engineering and Performance. – 2019. – Vol. 28. – Pp. 1762-1771.
- 3 Cunat, P.J. Aciers inoxydables: Propriétés, résistance à la corrosion / P.J. Cunat // Techniques de l'ingénieur. – 2000. – No. M 4541. – C. 1-16.
- 4 S.S. Kazemi, M. Homayounfard, M. Ganjiani, N. Soltani. Numerical and Experimental Analysis of Damage Evolution and Martensitic Transformation in AISI 304 Austenitic Stainless Steel at Cryogenic Temperature. Progress in Materials Science. 2019, Vol. 53, 9. Pp. 893-979.
- 5 M. Glatt, H. Hotz, P. Kölsch, A. Mukherjee, B. Kirsch, J.C. Aurich. Predicting the martensite content of metastable austenitic steels after cryogenic turning using machine learning. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 2021, V. 115, 749-757.
- 6 Xu, W. Modelling and characterization of chi-phase grain boundary precipitation during aging of Fe-Cr-Ni-Mo stainless steel / W. Xu, D. S. Martin, P.E.J. Rivera D'iaz del Castillo, S. van der Zwaag // Materials Science and Engineering A. 2007. V. 467. Pp. 24-32.
- 7 Bidulský R., Bidulská J., Gobber F.S., Kvačkaj T., Petroušek P., Actis-Grande M., Weiss K-P., Manfredi D., Case Study of the Tensile Fracture Investigation of Additive Manufactured Austenitic Stainless Steels Treated at Cryogenic Conditions // Materials. – 2020. – Vol. 13. No. 3328.
- 8 Panigrahi S.K., Jayaganthan R., Pancholi V., Gupta M. A DSC study on the precipitation kinetics of cryorolled Al 6063 alloy // Materials Chemistry and Physics. – 2010. – No. 12. – Pp. 188-193.
- 9 Volokitina I., Siziakova E., Fediuk R., Kolesnikov A. Development of a Thermomechanical Treatment Mode for Stainless-Steel Rings // Materials. – 2022. – Vol. 15. – 4930.
- 10 Ramesh Kumar S., Kondaiah Gudimetla, Tejaswi B., Ravisankar B. Effect of Microstructure and Mechanical Properties of Al-Mg Alloy Processed by ECAP at Room Temperature and Cryo Temperature // Transactions of the Indian Institute of Metals. – 2017. – Vol. 70. – Pp. 639-648.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

GTAMP 47.09.48
ЭОЖ: 621.3.012.4

Л.У.Кузбаева, С.С.Айнабекова, Н.Ж. Айкенбаева

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail.ru: l.kuzbaeva@tttu.edu.kz)*

Нанотранзисторлар өндірісіндегі инновациялық технологиялар

Бұл мақала нанотранзисторлар өндірісіндегі соңғы инновациялық технологиялар мен материалдар туралы баяндайды. Авторлар нанотранзисторлардың тиімділігін арттыру мақсатында графен, 2D жартылай өткізгіштер, көміртек нанотрубкалары мен топологиялық изоляторлар сияқты жаңа материалдарды қолдану мен зерттеуге ерекше көңіл бөледі. Сонымен қатар, нанотехнологияларды қолданып, литография әдістеріндегі жаңалықтарды, оның ішінде Extreme Ultraviolet (EUV), рентген және nanoimprint литографиясы сияқты әдістерді қарастырады. Мақалада кванттық туннельдеу, кванттық өрістер мен суперөткізгіштік сияқты кванттық эффектілердің нанотранзисторлардың өнімділігі мен энергетикалық тиімділігіне әсері де талданады. Нанотранзисторлардың өндірісінде осы жаңа материалдар мен әдістердің қолданылуы болашақтағы жоғары жылдамдықты, энергия үнемдейтін және көп функционалды құрылғылардың дамуына жол ашады. Мақалада сондай-ақ кванттық эффектілердің, мысалы, кванттық туннельдеу, кванттық өрістер мен суперөткізгіштіктің нанотранзисторлардың жұмыс істеу қабілетіне қалай әсер ететіні талданады. Кванттық эффектілердің түсінігі мен оның практикалық қолданылуы транзисторлардың өнімділігі мен энергетикалық тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді. Бұл жаңа әдістер мен материалдардың нанотранзисторлар өндірісіне енгізілуі болашақта жоғары жылдамдықты, энергия үнемдейтін және көп функционалды электрондық құрылғылардың дамуына жол ашып, ақпараттық технологиялардың жаңа деңгейге көтерілуіне себепші болады.

Түйін сөздер: Нанотранзисторлар, инновациялық технологиялар, микроэлектроника, нанотехнология, құрылғының өнімділігі, энергия тиімділігі, графен, кванттық эффектілер, 2D жартылай өткізгіштер

Нанотранзисторлар – қазіргі микроэлектроника саласының негізгі элементтері болып табылады. Олар дербес компьютерлерден бастап, мобильді құрылғыларға дейінгі әртүрлі электронды жүйелерде қолданылады. Заманауи ақпараттық технологиялардың жылдам дамуы нанотехнологиялардың қолданылуына негізделген, әсіресе нанотранзисторлар өндірісіндегі инновациялық әдістер мен технологиялардың жетілдірілуі арқылы жаңа мүмкіндіктер ашылууда. Бұл мақалада нанотранзисторларды өндірудің соңғы жетістіктері, жаңа технологиялар мен материалдар, сондай-ақ олардың энергетикалық тиімділігін арттыру мәселелері қарастырылады.

Нанотранзисторлар өндірісінде қолданылатын жаңа материалдар қазіргі уақытта микроэлектроника мен ақпараттық технологиялар саласындағы негізгі ғылыми зерттеу бағыттарының бірі болып табылады. Бұл материалдар нанотранзисторлардың жұмыс тиімділігін арттыру және олардың физикалық шектеулерін жеңу үшін маңызды рөл атқарады. Әлемдік ғылыми қоғамдастық осы бағытта ауқымды зерттеулер жүргізіп, жаңа материалдардың мүмкіндіктерін зерттеп, оларды практикалық қолдануға бағытталған шешімдер ұсынып келеді. Осы бөлімде біз нанотранзисторлар өндірісінде қолданылатын жаңа материалдар туралы әлемдегі жетекші ғылыми орталықтардың тәжірибесін қарастырып, шетелдік зерттеулермен салыстыра отырып талқылау жүргізіледі [1].

Ұлыбританиядағы Кембридж университеті ғалымдары графенді кремниймен біріктіріп, жаңа транзисторлар жасау үшін бірқатар әдістер ұсынды. 2019 жылы олар графеннің жоғары жылдамдығы мен кремнийдің жоғары тұрақтылығын біріктіріп, өнімділігі жоғары жаңа транзисторларды жасауды мақсат еткен. Бұл технологияның басты артықшылығы - транзисторлардың тиімділігін арттырып, графеннің өткізгіштік қасиеттерін әрі кремнийдің тұрақтылығын сақтай отырып қолдану.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Қытайдың Тяньцзинь университеті мен Пекин технологиялық университеті графен оксидтерін және қабықшаларын пайдаланып, жаңа наноөлшемді транзисторларды өндіру үшін инновациялық әдістерді зерттеп жатыр. Бұл зерттеулердің мақсаты графеннің физикалық қасиеттерін жақсарту және оның энергетикалық тиімділігін арттыруға бағытталған. Дегенмен, графеннің кең жолақтары оны толыққанды қолдануды шектейді, сондықтан осы мәселені шешу үшін жаңа өңдеу әдістері мен материалдық шешімдер табылуда [2].

MoS₂, MoSe₂, WS₂, WSe₂ сияқты 2D жартылай өткізгіштер қазіргі таңда нанотранзисторлардың жаңа буынын жасау үшін маңызды зерттеу объектілері болып табылады. Бұл материалдар кремниймен салыстырғанда әлдеқайда жұқа, жоғары қозғалғыштыққа ие және олардың энергетикалық тиімділігі айтарлықтай жоғары.

Нью-Йорк университеті (NYU) ғалымдары 2017 жылы MoS₂ мен MoSe₂ материалдарының электрлік қасиеттерін зерттеп, олардың кремний транзисторларымен салыстырғанда жоғары жылдамдық пен тиімділікке ие екенін анықтады. Сонымен қатар, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті мен Гарвард университеті бірлесіп, осы материалдардың құрылымдарын жетілдіру және қуат тұтынуды азайту бойынша жұмыс жүргізуде [3].

MIT және Stanford университеттері (АҚШ) қазіргі таңда MoS₂ мен MoSe₂ сияқты 2D жартылай өткізгіштерінің қолданылуын жақсарту үшін кванттық эффекттерді пайдалану жолдарын зерттеп жатыр. Бұл зерттеулер материалдардың жылдамдығын арттыруға және олардың тығыздығын көбейтуге бағытталған.

Нанокөміртекті материалдар, әсіресе көміртекті нанотрубканы (CNT) мен көміртекті наножіптері, транзисторлардың өндірісінде жоғары өткізгіштігі мен механикалық беріктігімен ерекшеленеді. Осы материалдардың көмегімен транзисторлардың өнімділігін арттыру бойынша көптеген зерттеулер жүргізілуде.

Калифорния технологиялық институты (Калифорния, АҚШ) мен Цюрих университеті (Швейцария) көміртекті нанотрубканы интеграциялау арқылы транзисторлардың жылдамдығы мен өткізу қабілетін арттыруға бағытталған зерттеулер жүргізуде. Сонымен қатар, Макс Планк институты (Германия) көміртекті нанотрубканы мен графенді біріктіріп, оларды жоғары жиілікті транзисторларда қолдану мүмкіндіктерін зерттеуде. Бұл материалдардың бірегей қасиеттері оларды болашақта жоғары жылдамдықтағы есептеу жүйелері мен оптоэлектронды құрылғылар үшін таптырмас материалдарға айналдыруы мүмкін [4].

Топологиялық изоляторлар - ерекше электрлік қасиеттері бар жаңа материалдар, олар тек беткі қабатта ток өткізеді, ал ішкі бөліктері оқшауланған. Бұл материалдар өте төмен температурада тиімді жұмыс істей алады, сондықтан оларды нанотранзисторларда қолданудың үлкен әлеуеті бар.

Калифорния университеті мен Техас университеті топологиялық изоляторлардың негізінде транзисторлар жасау бағытында зерттеулер жүргізіп жатыр. Топологиялық изоляторлар транзисторлардың өткізу қабілетін арттырып, энергия тұтынуды азайтуға мүмкіндік береді.

Шанхай университеті мен Гонконг университеті (Қытай) топологиялық изоляторларды зерттеп, олардың нанотранзисторларда қолдану тиімділігін арттыру мақсатында жаңа құрылымдар жасап жатыр. Бұл материалдар өте тиімді жұмыс істейтін транзисторлардың негізі бола алады [4].

EUV литографиясы соңғы жылдары жартылай өткізгіш өнеркәсібінде үлкен жетістікке жетті. EUV литографиясы — ультракүлгін сәулелердің қысқа толқын ұзындығын қолданатын литографиялық әдіс, ол микроэлектроника саласындағы түйткілдерді шешуге арналған. Бұл әдіс әсіресе нанотранзисторлардың аса кіші өлшемдерінде (5 нм және одан төмен) жұмыс істейтін интегралды схемаларды өндіру үшін өте маңызды.

Нидерландтың ASML компаниясы — EUV литографиясының дамуына жетекшілік етуші әлемдегі басты ұйымдардың бірі. 2019 жылы ASML компаниясы 7 нм технологиясын қолдануға енгізді, бұл жартылай өткізгіштерді өндіруде жаңа мүмкіндіктерге жол ашты. EUV литографиясы жоғары ажыратымдылықпен жұмыс істей алатындықтан, оны қолдану арқылы нанотранзисторлардың өлшемдері 5 нм-ге дейін төмендеуі мүмкін.

АҚШ-тағы Intel корпорациясы мен TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) секілді компаниялар да EUV литографиясын 5 нм және 3 нм өндіріс технологияларында қолдану үшін зерттеу жұмыстарын жүргізуде. Сонымен қатар, Samsung Electronics компаниясы 2020 жылы өзінің 3 нм өндірістік технологиясында EUV литографиясын қолдануды бастады. Бұл жаңа технология жоғары

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

интеграцияланған чиптер мен жоғары тиімділікті процессорлардың өндірісінде қолданылатын басты әдіске айналуы мүмкін [5].

Жапонияның Nikon корпорациясы рентген литографиясының мүмкіндіктерін зерттеп, оны дамытуды мақсат еткен. Рентген литографиясы әдісін қолданып, олар 3D құрылымдарды жасауды жоспарлап отыр. Әсіресе Kyushu университеті (Жапония) мен University of Tokyo ғалымдары бұл әдіс арқылы нанотехнологиялар мен интеграцияланған схемалардағы құрылымдық дәлдікті арттыру үшін зерттеулер жүргізуде.

Рентген литографиясының басты артықшылығы - жоғары ажыратымдылыққа қол жеткізу, бірақ оның кемшілігі - өндіріс құнының жоғары болуы және арнайы жабдықтарды қажет етуі.

Nanoimprint литографиясы (NIL) - төмен температура мен қысым жағдайында материал бетінде наномасштаптағы құрылымдарды қалыптастыру әдісі. Бұл әдіс дәстүрлі фотолитографиямен салыстырғанда өте жоғары ажыратымдылықпен жұмыс істейді және оның артықшылығы — құны төмен, сондай-ақ жоғары өнімділікті қамтамасыз етеді.

Сингапурдың National University of Singapore (NUS) ғалымдары nanoimprint литографиясының әлеуетін зерттеп, оның жаңа құрылымдар жасауға арналған тиімділігі мен энергия үнемдеуші қасиеттерін жақсартуға бағытталған бірнеше инновациялық шешімдер ұсынды. Nanoimprint литографиясын қолдану арқылы олар молекулалық деңгейде құрылымдарды дәл қалыптастыруға мүмкіндік алды, бұл өз кезегінде нанотранзисторлардың жоғары интеграциясы мен өнімділігін қамтамасыз етеді [6].

Қытайдың Tsinghua университеті мен Сеул ұлттық университеті (Оңтүстік Корея) nanoimprint литографиясын кеңінен қолдану үшін жаңа материалдар мен құрылымдар жасады. Олар төмен температуралық процесс арқылы материалдардағы құрылымдық дәлдікті арттыруға қол жеткізіп, NIL әдісінің коммерциялық қолданылуына ықпал етті. Бұл әдіс кіші өлшемді құрылымдардың жоғары тығыздықта орналасуына мүмкіндік береді.

Блок-кополимер литографиясы — өздігінен құрылымдану принципіне негізделген әдіс, бұл технология арқылы нанометрлік өлшемдегі құрылымдарды жасауға болады. Блок-кополимерлер молекулалық деңгейде ұйымдасқан құрылымдар түзуге мүмкіндік береді, ал бұл материалдардың өздігінен құрылымдану қасиеті оларды литографиялық процестер үшін өте тиімді етеді.

Швейцариядағы ETH Zurich университеті ғалымдары блок-кополимер литографиясын дамытуға үлкен үлес қосып, өздігінен құрылымданатын блок-кополимерлердің көмегімен наномасштаптағы құрылымдарды жасау бойынша зерттеулер жүргізуде. Олар бұл әдісті қолдана отырып, нанотранзисторлар мен басқа да микроэлектрондық құрылымдарды жасау мүмкіндіктерін зерттейді [7].

Нанотранзисторларды өндіруде кванттық эффектілер қазіргі уақытта микроэлектроника мен нанотехнологиялар саласында маңызды зерттеу бағытына айналды. Кванттық механика атомдар мен молекулалардың мінез-құлқын сипаттайтын теория ретінде нанотранзисторлардың жұмысында шешуші рөл атқарады. Транзисторлардың өлшемдері кішірейген сайын классикалық физиканың заңдары орнына жаңа кванттық құбылыстар әсер етіп, бұл нанотехнологиялардың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Нанотранзисторлардың өнімділігін жақсарту және жаңа құрылымдар мен материалдарды енгізу үшін кванттық эффектілерді терең түсіну мен дұрыс пайдалану өте маңызды [7].

Кванттық туннельдеу - кванттық механиканың бірегей құбылысы болып табылады, онда бөлшектер энергия бөгетін жеңіп өтіп, оны физикалық тұрғыдан бұзбай туннельдеп өте алады. Нанотранзисторларда бұл процесс әсіресе құрылымның ішіндегі өткізгіштік қасиеттерді өзгертеді. Өлшемдердің кішірейуімен өткізгіштік жолдардың тарылуы электрониканың осы эффектіні сезінуіне әкеледі. Мысалы, өте жұқа окшаулағыш қабаттар мен нанометрлік өлшемдегі транзисторларда электрондардың туннельдеу арқылы өтуі мүмкін, бұл транзисторлардың жұмысын айтарлықтай өзгертуі ықтимал. Қазіргі зерттеулер, әсіресе **MoS₂** мен **графен** сияқты 2D материалдар арқылы, туннельдеу эффектісін тиімді пайдалану үшін жүргізілуде, бұл транзисторлардың энергия тұтынуын төмендетуге мүмкіндік береді.

Кванттық өрістер мен олардың өзара әрекеттесуі де нанотранзисторлардың жұмысын қалыптастыратын маңызды фактор болып табылады. Бұл өрістер құрылымдардағы электрондардың қозғалысын өзгертеді және транзисторлардың жұмысын тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. **2D** жартылай өткізгіштер сияқты материалдарда, электрондардың қозғалысы екі өлшемде шектелгендіктен, кванттық өзара әрекеттесу ерекше мәнге ие болады. Бұл материалдарда электрондардың және қуат тасымалдаушы бөлшектерінің қозғалысы күрделірек болатынын ескере

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

отырып, ғалымдар жаңа транзисторлар құрылымдарын жасау үшін осы эффектілерді зерттеуді жалғастыруда [8].

Кванттық конденсация, әсіресе Бозе-Эйнштейн конденсациясы және ферми-газдардың конденсациясы, электрондардың белгілі бір температурада топталып, жоғары өткізгіштік қасиеттері бар күйге өтуін қамтамасыз етеді. Мұндай құбылыстар нанотранзисторлардың электрлік қасиеттерін жақсартуға, олардың жұмыс тиімділігін арттыруға ықпал етуі мүмкін. Сонымен қатар, суперөткізгіштік әсері өте төмен температураларда кейбір материалдардың тоқты төмен қарсылықпен өткізу қасиетін көрсетеді, бұл кванттық есептеу жүйелерінде маңызды рөл атқарады.

Нанотранзисторлардың өлшемдері азайған сайын, кванттық механиканың әсері күшейе түседі. Кванттық өлшем әсері деп материалдардың өлшемдері нанометрлік деңгейге дейін қысқарған кезде олардың физикалық қасиеттерінің өзгеруін айтады. Бұл құбылыс, әсіресе кремний наножіптері мен көміртек нанотрубкалары сияқты материалдарда айқын көрінеді. Кванттық өлшем әсері электрондардың энергия деңгейін реттеуге ықпал етеді, бұл транзисторлардың өткізгіштігі мен ток басқару қабілетін жақсартуға мүмкіндік береді. Осы әсерлерді ескере отырып, жаңа құрылымдар жасау — нанотранзисторлардың тиімділігін арттыруда маңызды кезең болып табылады.

Кванттық эффектілер нанотранзисторлар өндірісінде ғана емес, сонымен қатар кванттық компьютерлерді дамытуда да маңызды рөл атқарады. Кванттық биттер немесе кубиттер қазіргі кванттық компьютерлердің негізін құрайды, олар классикалық биттерден әлдеқайда көп ақпарат сақтай алады. Бұл технология үшін нанотранзисторлардың өте кіші өлшемдері мен кванттық қасиеттері шешуші мәнге ие. Қазіргі кезде IBM және Google сияқты компаниялар кванттық компьютерлерді дамыту үшін зерттеулер жүргізіп, нанотранзисторлар мен кванттық эффектілерді тиімді қолдануға көңіл бөледі [9].

Нанотранзисторлар өндірісінде энергетикалық тиімділік мәселесі өте маңызды. Қазіргі заманғы электроника құрылғыларында энергия тұтыну ең төменгі деңгейге жеткізу үшін жаңа технологиялар әзірленуде. Энергия үнемдейтін транзисторлар жасау үшін материалдар мен құрылымдардың оптикалық және электрлік қасиеттері зерделенуде.

Нанотранзисторлар үшін қолданылатын энергия тиімділігі жоғары жаңа әдістер, мысалы, жартылай өткізгіш материалдардың көбірек қолданылуы немесе жоғары өткізгіштік материалдарды енгізу арқылы өндіріс процесінде энергия шығынын азайтуға болады. Сондай-ақ, жаңа құрылымдар мен әдістерді пайдалану арқылы құрылғылардың температуралық тұрақтылығы мен сенімділігін арттыруға да бағытталған жұмыстар жүргізілуде.

Нанотранзисторлар өндірісіндегі инновациялық технологиялар қазіргі микроэлектроника мен нанотехнологиялардың дамуында маңызды рөл атқарып, болашақтағы электронды құрылғылардың тиімділігі мен өнімділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Әсіресе, жаңа материалдар мен құрылымдарды қолдану, соның ішінде графен, 2D жартылай өткізгіштер, көміртек нанотрубкалары және топологиялық изоляторлар сияқты материалдарды енгізу, нанотранзисторлардың жұмысын жақсартып, олардың энергия тиімділігін арттыруға жол ашады. Сонымен қатар, кванттық эффектілердің, соның ішінде кванттық туннельдеу, кванттық өрістер және суперөткізгіштіктің әсері нанотранзисторлар өндірісінің келешектегі дамуына зор ықпал етеді [9].

Бүгінде әлемдік деңгейде жүргізіліп жатқан зерттеулер мен тәжірибелер бұл технологиялардың болашақтағы микропроцессорлар мен кванттық есептеу жүйелерінде қолданылуын кеңейтуге бағытталған. Кембридж университеті, MIT, Stanford сияқты жетекші ғылыми орталықтар мен корпорациялар жаңа материалдар мен кванттық эффектілерді тиімді пайдалану жолдарын іздестіруде, бұл өз кезегінде электронды құрылғылардың өндірісінің жаңа дәуіріне бастама береді [10].

Қорыта айтқанда, нанотранзисторлар өндірісіндегі инновациялық технологиялар әлемдік ғылым мен техникада жаңа серпіліс жасаудың негізі болып табылады. Бұл саланың дамуы болашақта жоғары жылдамдықты, энергияны үнемдейтін және көп функционалды құрылғылардың пайда болуына алып келеді. Әлемдік ғылыми қоғамдастықтың қарқынды зерттеулері мен тәжірибелері нанотехнологиялар мен микроэлектроника саласындағы жаңа мүмкіндіктерді ашуға көмектеседі, сондықтан бұл бағыттағы инновациялар келешекте үлкен ғылыми және өндірістік жетістіктерге жетелейді.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Әдебиеттер тізімі

- 1 Al-Maghrabi M.N.H., Improvement of low-grade silica sand deposits in Jeddah area, Engineering Science, 2014. Vol.15, No.2, 113-128.
- 2 Zhang X., Liu J., Yang Y., et al. Advances in 2D Materials for Nanoelectronics and Quantum Computing. Nature Materials, 2023. Vol. 22, No. 5, pp. 789-804.
- 3 Wu Z., Qiu Z., Hu C., et al. The Role of Graphene in Nanoelectronics: Prospects and Challenges. Advanced Materials, 2021. Vol. 33, No. 7, pp. 1902342.
- 4 Li H., Zhang L., Liu C., et al. Fabrication and Performance of Carbon Nanotube-Based Transistors for Low-Power Applications. IEEE Transactions on Nanotechnology, 2022. Vol. 21, No. 4, pp. 415-422.
- 5 Yang J., Chen Z., Li P., et al. Topological Insulators in Nanoelectronics: A New Era for High-Efficiency Devices. Journal of Applied Physics, 2020. Vol. 128, No. 8, pp. 084703.
- 6 He R., Zhang L., Yu X., et al. Advances in Extreme Ultraviolet Lithography for Nanoelectronics. Journal of Vacuum Science & Technology B, 2022. Vol. 40, No. 1, pp. 01A101.
- 7 Feynman R.P., There's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics. Journal of Microelectromechanical Systems, 2007. Vol. 16, No. 1, pp. 15-25.
- 8 Arora A., Jain A., Kumar R., et al. Quantum Tunneling in Nanoelectronics: Impact on Device Scaling. IEEE Transactions on Electron Devices, 2019. Vol. 66, No. 10, pp. 4549-4556.
- 9 Cho Y., Park J., Lee H., et al. Nanoimprint Lithography: A Promising Technique for Scalable Nanofabrication. Journal of Micromechanics and Microengineering, 2021. Vol. 31, No. 3, pp. 035003.
- 10 Chen M., Shen L., Yu L., et al. Energy-Efficient Nanotransistors and Their Application in Future Electronics. Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics, 2024. Vol. 19, No. 2, pp. 118-127.

Кузбаева Л.У., Айнабекова С.С., Н.Ж. Айкенбаева

Инновационные технологии в производстве нанотранзисторов

Эта статья посвящена последним инновационным технологиям и материалам в производстве нанотранзисторов. Авторы особенно акцентируют внимание на использовании и изучении новых материалов, таких как графен, двумерные полупроводники, углеродные нанотрубки и топологические изоляторы, для повышения эффективности применения нанотранзисторов. Кроме того, рассматриваются новые разработки в литографии с использованием нанотехнологий, включая экстремальную ультрафиолетовую (EUV) и рентгеновскую и нанопринт-литографию. Статья также исследует влияние квантовых явлений, таких как квантовое туннелирование, квантовые поля и сверхпроводимость на энергоэффективность и производительность нанотранзисторов. Использование этих новых материалов и методов в производстве нанотранзисторов позволит разработать высокоскоростные, энергосберегающие и многофункциональные устройства. Применение новых подходов, изложенных в статье, значительно увеличит энергоэффективность и производительность нанотранзисторов за счет активации таких квантовых явлений, как квантовое туннелирование, квантовые поля и сверхпроводимость. Концепция квантового эффекта и его практическое применение дают нам возможность значительно повысить энергоэффективность транзисторов и их производительность. Интеграция этих новых методов и материалов в производство нанотранзисторов откроет множество возможностей.

Ключевые слова: Нанотранзисторы, инновационные технологии, микроэлектроника, нанотехнологии, производительность устройства, энергетическая эффективность, графен, квантовые эффекты, 2D полупроводники.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

L.U.Kuzbayeva., S.S. Ainabekova, N.Zh. Aikenbayeva

Innovative Technologies in the Production of Nanotransistors

This article is dedicated to the latest innovative technologies and materials in the production of nanotransistors. The authors particularly emphasize the use and study of new materials, such as graphene, two-dimensional semiconductors, carbon nanotubes, and topological insulators, to enhance the efficiency of nanotransistors. Additionally, new developments in lithography using nanotechnology are considered, including extreme ultraviolet (EUV) and X-ray and nanoprnt lithography. The article also explores the impact of quantum phenomena, such as quantum tunneling, quantum fields, and superconductivity on the energy efficiency and performance of nanotransistors. The use of these new materials and methods in the production of nanotransistors will enable the development of high-speed, energy-saving, and multifunctional devices. The application of new approaches presented in the article will significantly increase the energy efficiency and performance of nanotransistors by activating such quantum phenomena as quantum tunneling, quantum fields, and superconductivity. The concept of the quantum effect and its practical application give us the opportunity to significantly enhance the energy efficiency of transistors and their performance. Integrating these new methods and materials into the production of nanotransistors will open up numerous possibilities.

Keywords: Nanotransistors, innovative technologies, microelectronics, nanotechnology, device performance, energy efficiency, graphene, quantum effects, 2D semiconductors.

References

- 1 Al-Maghrabi M.N.H., Improvement of low-grade silica sand deposits in Jeddah area, Engineering Science, 2014. Vol.15, No.2, 113-128.
- 2 Zhang X., Liu J., Yang Y., et al. Advances in 2D Materials for Nanoelectronics and Quantum Computing. Nature Materials, 2023. Vol. 22, No. 5, pp. 789-804.
- 3 Wu Z., Qiu Z., Hu C., et al. The Role of Graphene in Nanoelectronics: Prospects and Challenges. Advanced Materials, 2021. Vol. 33, No. 7, pp. 1902342.
- 4 Li H., Zhang L., Liu C., et al. Fabrication and Performance of Carbon Nanotube-Based Transistors for Low-Power Applications. IEEE Transactions on Nanotechnology, 2022. Vol. 21, No. 4, pp. 415-422.
- 5 Yang J., Chen Z., Li P., et al. Topological Insulators in Nanoelectronics: A New Era for High-Efficiency Devices. Journal of Applied Physics, 2020. Vol. 128, No. 8, pp. 084703.
- 6 He R., Zhang L., Yu X., et al. Advances in Extreme Ultraviolet Lithography for Nanoelectronics. Journal of Vacuum Science & Technology B, 2022. Vol. 40, No. 1, pp. 01A101.
- 7 Feynman R.P., There's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics. Journal of Microelectromechanical Systems, 2007. Vol. 16, No. 1, pp. 15-25.
- 8 Arora A., Jain A., Kumar R., et al. Quantum Tunneling in Nanoelectronics: Impact on Device Scaling. IEEE Transactions on Electron Devices, 2019. Vol. 66, No. 10, pp. 4549-4556.
- 9 Cho Y., Park J., Lee H., et al. Nanoimprint Lithography: A Promising Technique for Scalable Nanofabrication. Journal of Micromechanics and Microengineering, 2021. Vol. 31, No. 3, pp. 035003.
- 10 Chen M., Shen L., Yu L., et al. Energy-Efficient Nanotransistors and Their Application in Future Electronics. Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics, 2024. Vol. 19, No. 2, pp. 118-127.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

МРНТИ 01.14.31
УДК: 66.034

М.Е. Сағадид

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

Зеленая металлургия: Водородные технологии как ключевой фактор декарбонизации металлургической промышленности

Современная металлургическая промышленность сталкивается с необходимостью радикального снижения выбросов углекислого газа, что становится ключевым элементом устойчивого развития и борьбы с изменением климата. Водородные технологии представляют собой инновационное решение для достижения углеродной нейтральности в металлургии, заменяя традиционное использование угля в процессах выплавки стали и других металлов. В статье анализируются перспективы внедрения водородных технологий, их экономическая эффективность, а также экологические и технические преимущества в контексте декарбонизации отрасли. Рассматриваются проекты ведущих мировых металлургических компаний, таких как SSAB, ArcelorMittal и другие, по внедрению водорода в производственные процессы. Особое внимание уделено вызовам, связанным с производством зеленого водорода и его масштабированием, а также перспективам глобального перехода на водородные технологии в металлургии.

Ключевые слова: Водородные технологии, зеленая металлургия, декарбонизация, экологическая устойчивость, углеродная нейтральность, инновации в металлургии, производство стали, водородная экономика, углекислый газ, CO₂, экономическая эффективность.

Введение

В условиях глобальных изменений климата и нарастающей необходимости снижения углеродных выбросов металлургическая промышленность стоит перед серьезными вызовами. Она является одним из крупнейших источников выбросов углекислого газа (CO₂), что делает вопрос декарбонизации неотложным и актуальным. В ответ на эти вызовы зарождается концепция «зеленой металлургии», где внедрение водородных технологий становится ключевым направлением. Водород, как экологически чистый источник энергии, способен заменить традиционные угольные технологии, применяемые в процессах выплавки стали и других металлов.

Использование водорода в металлургии представляет собой не только шаг к снижению углеродного следа, но и возможность создания нового, более устойчивого производственного цикла. Такие технологии уже внедряются ведущими металлургическими компаниями мира, что демонстрирует их практическую значимость и экономическую целесообразность. Однако, наряду с преимуществами, существует множество технических и экономических вызовов, связанных с производством, хранением и транспортировкой зеленого водорода.

В данной статье будет рассмотрен потенциал водородных технологий в контексте декарбонизации металлургической отрасли. Будут проанализированы примеры успешных проектов, их влияние на экологическую устойчивость и экономическую эффективность, а также перспективы и вызовы, стоящие перед металлургической промышленностью в переходный период к углеродной нейтральности [1].

На рисунке 1 представлена принципиальная схема получения электроэнергии из водорода.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

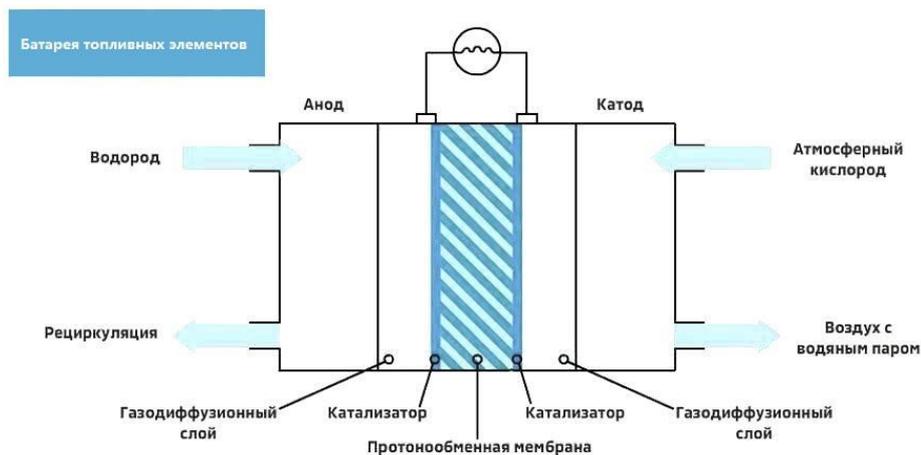


Рисунок 1. Схема получения электроэнергии из водорода
Методы и материалы

Декарбонизация металлургической отрасли является критически важной задачей в свете глобальных усилий по борьбе с изменением климата. Водородные технологии представляют собой одно из самых перспективных решений для достижения углеродной нейтральности в этой сфере. В отличие от традиционных методов, основанных на использовании угля и ископаемых топлив, водород может служить чистым и устойчивым источником энергии, что делает его ключевым элементом в переходе к зеленой металлургии [2].

1. Замена угля водородом в процессе выплавки стали

Традиционно для выплавки стали используется кокс, который производит значительные объемы углекислого газа. Водород может заменить кокс в процессе редукирования железной руды, что ведет к снижению углеродного следа. При сжигании водорода образуется только водяной пар, что делает этот процесс экологически чистым.

Пример: Проект HYBRIT

Проект HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology), инициированный шведскими компаниями SSAB, LKAB и Vattenfall, является одним из первых в мире проектов по внедрению водородных технологий в производстве стали. В рамках проекта водород используется для замены кокса в процессе редукирования железной руды. Результаты испытаний показывают, что использование водорода может привести к снижению выбросов CO_2 на 90% по сравнению с традиционными методами. В 2020 году на заводе HYBRIT был успешно проведен первый эксперимент по производству железа с использованием водорода, что стало важным шагом в реализации концепции устойчивого производства. На рисунке 2 представлен визуальный проект HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology) [3].



Рисунок 2. HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology).

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

2. Производство зеленого водорода [4]

Производство «зеленого» водорода — это процесс получения водорода с использованием возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, с помощью электролиза воды. Это позволяет значительно снизить углеродный след, связанный с производством водорода.

Пример: Проект «Westküste 100»

Проект «Westküste 100» в Германии направлен на создание водородной экономики в регионе Западного побережья. В рамках этого проекта планируется построить установку по производству зеленого водорода на основе электроэнергии из возобновляемых источников. Этот водород будет использоваться для декарбонизации металлургических процессов в регионе, что позволит существенно снизить выбросы углерода.

3. Переработка отходов с использованием водородных технологий

Водородные технологии также могут быть использованы для переработки отходов металлургической промышленности, таких как шлаки и пыль. Эти материалы могут быть переработаны с использованием водорода, что позволит извлечь из них полезные компоненты и снизить общий объем отходов [5].

Пример: Проект «Iron Ore Company of Canada» (IOCC)

В рамках проекта Iron Ore Company of Canada (IOCC) исследуются возможности использования водорода для переработки отходов, образующихся при производстве железа. Исследования показывают, что использование водорода в процессах, связанных с переработкой отходов, может привести к увеличению выхода полезных материалов и снижению выбросов CO₂.

Водородные технологии обладают огромным потенциалом для декарбонизации металлургической отрасли. Замена традиционных угольных процессов на водородные решения позволяет значительно снизить углеродный след и улучшить экологические показатели. Успешные примеры, такие как проект HYBRIT и «Westküste 100», демонстрируют, что переход на водородные технологии не только возможен, но и экономически целесообразен. Важно продолжать исследования и внедрение этих технологий для достижения устойчивого развития металлургической отрасли и борьбы с глобальным изменением климата [6].

Актуальность проектов, связанных с внедрением водородных технологий в металлургическую отрасль, обусловлена несколькими ключевыми факторами. Во-первых, металлургическая промышленность является одним из крупнейших источников выбросов углекислого газа (CO₂). Проекты, такие как HYBRIT и «Westküste 100», направлены на снижение этих выбросов, что соответствует глобальным усилиям по борьбе с изменением климата. Они помогают реализовать обязательства стран в рамках Парижского соглашения и способствуют переходу к углеродной нейтральности.

Во-вторых, водородные технологии могут привести к значительной экономии затрат в долгосрочной перспективе. Хотя начальные инвестиции в инфраструктуру могут быть высокими, экономия на выбросах углерода и улучшение энергоэффективности могут компенсировать эти затраты. Кроме того, проекты водородной экономики могут создать новые рабочие места и поддержать развитие смежных отраслей, таких как производство возобновляемой энергии [7].

Третьим аспектом является переход на возобновляемые источники энергии. Проекты, использующие зеленый водород, содействуют этому переходу, что становится все более важным в условиях растущих цен на углеводороды и усиливающегося давления на энергетические системы. Водород может храниться и транспортироваться, что делает его идеальным решением для интеграции возобновляемых источников в энергетический баланс.

Также внедрение водородных технологий способствует развитию новых технологий и инноваций в металлургии, создавая дополнительные возможности для исследований и разработок, которые могут быть применены не только в металлургии, но и в других отраслях, таких как химическая и энергетическая [8].

Результаты и обсуждение

Социальная ответственность и имидж компании играют также важную роль. Современные потребители и инвесторы все больше обращают внимание на экологические и социальные аспекты бизнеса. Компании, активно внедряющие устойчивые технологии, такие как водородные, могут

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

улучшить свой имидж, привлечь новых клиентов и инвесторов, а также соответствовать требованиям регулирующих органов.

Наконец, с переходом на водородные технологии страны и компании, ведущие в этом направлении, могут получить конкурентные преимущества на международной арене. Это особенно актуально в свете растущего спроса на экологически чистые продукты и услуги, а также на углеродные кредиты и сертификаты [9].

Таким образом, проекты по внедрению водородных технологий в металлургической отрасли представляют собой важные шаги к созданию более устойчивой и экологически чистой экономики, их актуальность обусловлена необходимостью снижения углеродных выбросов, экономической целесообразностью, поддержкой возобновляемых источников энергии и технологическим развитием.

В условиях нарастающих экологических вызовов и необходимости снижения углеродных выбросов водородные технологии становятся важным инструментом для достижения углеродной нейтральности в металлургической промышленности. Переход от традиционных угольных процессов к использованию водорода не только уменьшает выбросы углекислого газа, но и способствует созданию более устойчивого производственного цикла. Этот переход к зеленой металлургии представляет собой не просто технологическую инновацию, но и важный шаг на пути к экологически безопасному и экономически эффективному будущему.

Проекты, такие как HYBRIT в Швеции и «Westküste 100» в Германии, демонстрируют, что внедрение водородных технологий возможно и приносит значительные результаты. Эти инициативы не только снижают углеродный след, но и открывают новые горизонты для инноваций и технологического развития. Ключевым моментом является то, что с каждым успешным проектом создается основа для масштабирования водородных технологий в металлургической отрасли, что, в свою очередь, способствует формированию новой водородной экономики [10].

Выводы

Экономическая целесообразность водородных технологий также играет важную роль. Несмотря на первоначальные высокие инвестиции, долгосрочные выгоды от снижения затрат на углеродные выбросы и повышение энергоэффективности оправдывают эти вложения. Кроме того, развитие водородной экономики может создать новые рабочие места и поддержать рост смежных отраслей, таких как возобновляемая энергетика.

Не менее важным является социальный аспект внедрения водородных технологий. В условиях растущего интереса со стороны потребителей и инвесторов к экологически чистым продуктам, компании, активно переходящие на водородные технологии, могут значительно улучшить свой имидж. Это не только способствует привлечению новых клиентов, но и позволяет соответствовать требованиям регулирующих органов, что становится важным для долгосрочного успеха бизнеса.

В заключение, водородные технологии представляют собой не только ключевой фактор декарбонизации металлургической отрасли, но и важный шаг к устойчивому развитию и переходу на экологически чистую экономику. Успешное внедрение этих технологий требует активного сотрудничества между государством, промышленностью и научным сообществом для преодоления существующих барьеров и реализации потенциала водорода в металлургии. Только таким образом можно обеспечить устойчивое будущее для металлургической промышленности и всей экономики в целом [11].

Список литературы

- 1 Алексеев, Д. В., & Смирнов, И. П. (2021). «Перспективы применения водородных технологий в металлургии.» *Металлургия и материалы*, 7(4), 34-41.
- 2 Васильев, С. Н. (2022). «Зеленая металлургия: новые вызовы и возможности.» *Журнал горного дела и металлургии*, 2, 23-29.
- 3 Глазунов, А. В. (2020). «Водород как основа декарбонизации металлургической отрасли.» *Энергетические исследования*, 10(3), 45-53.
- 4 Ковалев, Е. В. (2021). «Водородная экономика: роль в устойчивом развитии металлургии.» *Научные труды НГТУ*, 12(2), 78-86.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

- 5 IEA (2021). «Hydrogen: A renewable energy perspective» International Energy Agency.
- 6 BNEF (2020). «Hydrogen Economy Outlook» Bloomberg New Energy Finance.
- 7 Hoagland, L., & Frisk, S. (2019). «The HYBRIT project: a breakthrough in steelmaking» Journal of Cleaner Production, 241, 118378.
- 8 Kärki, J., et al. (2021). «Green Hydrogen in the Steel Industry: Opportunities and Challenges» Metallurgical and Materials Transactions B, 52(5), 2208-2220.
- 9 Schmid, J., & Köhler, J. (2020). «Decarbonizing steel: The role of hydrogen in the future of steelmaking» Steel Research International, 91(9), 1900328.
- 10 NREL (2021). «Renewable Hydrogen Production» National Renewable Energy Laboratory.
- 11 Khan, A., & Choudhury, N. (2021). «Role of Hydrogen in Decarbonizing Steelmaking» International Journal of Hydrogen Energy, 46(10), 6501-6515.

М.Е. Сағаді

Жасыл металлургия: сутегі технологиясы металлургия өнеркәсібінің декарбонизациясының негізгі факторы ретінде

Қазіргі металлургиялық өнеркәсіп көмірқышқыл газының шығарындыларын күрт азайту қажеттілігіне тап болып отыр, бұл тұрақты даму мен климаттың өзгеруіне қарсы күрестің негізгі элементіне айналады. Сутегі технологиялары көміртегі бейтараптығына қол жеткізу үшін инновациялық шешім болып табылады, болат және басқа да металдарды балқыту процестерінде дәстүрлі көмірді пайдалануды ауыстырады. Мақалада сутегі технологияларын енгізу перспективалары, олардың экономикалық тиімділігі, сондай-ақ саланы декарбонизациялау контексіндегі экологиялық және техникалық артықшылықтары талданады. SSAB, ArcelorMittal және басқа да жетекші әлемдік металлургиялық компаниялардың өндірістік процестерге сутегін енгізу жөніндегі жобалары қарастырылады. Жасыл сутегін өндіруге және оны масштабтауға байланысты проблемаларға, сондай-ақ металлургиядағы сутегі технологияларына жаһандық көшу перспективаларына ерекше назар аударылады.

Түйін сөздер: Сутегі технологиялары, жасыл металлургия, декарбонизация, экологиялық тұрақтылық, көміртекті бейтараптық, металлургиядағы инновациялар, болат өндірісі, сутегі экономикасы, көмірқышқыл газы, CO₂, экономикалық тиімділік.

М.Е. Sagadi

Green metallurgy: Hydrogen technologies as a key driver of decarbonization of the metallurgical industry

The modern steel industry is facing the need to radically reduce carbon dioxide emissions, which is becoming a key element of sustainable development and the fight against climate change. Hydrogen technologies represent an innovative solution to achieve carbon neutrality in metallurgy, replacing the traditional use of coal in the processes of smelting steel and other metals. The article analyses the prospects for the introduction of hydrogen technologies, their economic efficiency, as well as environmental and technical advantages in the context of decarbonisation of the industry. The projects of the world's leading steel companies, such as SSAB, ArcelorMittal and others, to introduce hydrogen into production processes are reviewed. Special attention is paid to the challenges associated with the production of green hydrogen and its scaling, as well as the prospects of global transition to hydrogen technologies in metallurgy.

Key words: Hydrogen technologies, green metallurgy, decarbonisation, environmental sustainability, carbon neutrality, innovations in metallurgy, steel production, hydrogen economy, carbon dioxide, CO₂, economic efficiency.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

References

- 1 Alekseev, D. V., & Smirnov, I. P. (2021). «Prospects for the application of hydrogen technologies in metallurgy». *Metallurgy and Materials*, 7(4), 34-41.
- 2 Vasiliev, S. N. (2022). «Green Metallurgy: new challenges and opportunities». *Journal of Mining and Metallurgy*, 2, 23-29.
- 3 Glazunov, A.V. (2020). "Hydrogen as the basis for decarburization of the metallurgical industry." *Energy Research*, 10(3), 45-53.
- 4 Kovalev, E. V. (2021). "Hydrogen economy: the role in the sustainable development of metallurgy». *Scientific papers of NSTU*, 12(2), 78-86.
- 5 IEA (2021). International Energy Agency "Hydrogen: prospects for the use of renewable energy sources".
- 6 BNEF (2020). "Prospects for the hydrogen economy" Bloomberg New Energy Finance.
- 7 Høglund L. and Frisk S. (2019). "The HYBRIT Project: A Breakthrough in Steel Production» *Journal of Environmentally Friendly Manufacturing*, 241, 118378.
- 8 Kerky J. and others (2021). «Environmentally friendly hydrogen in the steel industry: Opportunities and challenges» *Proceedings on Metallurgy and Materials*, B, 52(5), 2208-2220.
- 9 Schmidt, J., & Koehler, J. (2020). «Decarburization of steel: the role of hydrogen in the future of steelmaking» *Steel Research International*, 91(9), 1900328.
- April 10 (2021). National Renewable Energy Laboratory «Renewable Hydrogen Production».
- 11 Khan A. and Choudhury N. (2021). «The role of hydrogen in decarburization of steelmaking» *International Journal of Hydrogen Energy*, 46 (10), 6501-6515.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

МРНТИ 62.076.26

УДК: 621.762.06

П.Л. Цыба

Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан

(E-mail: p.syba@ttu.edu.kz)

Порошковая металлургия: новые материалы и методы их получения

Статья посвящена анализу современных достижений в области порошковой металлургии, а также исследованию новых материалов и методов их получения. Рассматриваются инновационные подходы к синтезу металлических и композиционных порошков, включая механическое легирование, газо- и плазмофазные методы, а также аддитивные технологии. Особое внимание уделяется разработке материалов с улучшенными механическими, термическими и коррозионными свойствами, которые находят применение в авиационно-космической промышленности, медицине и энергетике. Описаны перспективы использования нанопорошков и их влияние на микро- и наноструктуру конечных изделий. Сделан вывод о ключевой роли порошковой металлургии в создании инновационных материалов для высокотехнологичных отраслей.

Ключевые слова. порошковая металлургия, металлические порошки, нанопорошки, композиционные материалы, механическое легирование, аддитивные технологии, синтез порошков, наноструктура, высокотехнологичные отрасли.

Введение

Порошковая металлургия представляет собой совокупность процессов, включающих получение металлических порошков, их обработку и формирование в изделия. Этот метод отличается высокой экономичностью и экологичностью, так как позволяет минимизировать отходы производства. Основные этапы включают:

1. Получение порошков.
2. Компактирование порошков в заданную форму.
3. Спекание, обеспечивающее плотность и прочность изделия.

Основное преимущество порошковой металлургии заключается в возможности получения изделий сложной формы и специальных материалов с уникальными свойствами, таких как высокотемпературные сплавы, магнитные материалы и пористые структуры [1].

Порошковая металлургия является одним из наиболее перспективных направлений в современной металлургии, предоставляющим широкие возможности для создания материалов с уникальными свойствами. Этот метод позволяет получать изделия высокой точности и качества, которые невозможно произвести традиционными способами. Благодаря порошковой металлургии открываются новые горизонты в таких отраслях, как авиация, космическая промышленность, медицина, автомобилестроение и энергетика.

Порошковая металлургия изучалась многими учёными, которые внесли значительный вклад в развитие этой области. Например, А. Е. Шипов в своих трудах рассмотрел особенности механического легирования, что позволило улучшить однородность и физико-механические свойства порошков. Дж. Синклер посвятил свои исследования плазменным методам получения порошков, что дало возможность создавать материалы с высокой чистотой и контролируемой структурой. И. В. Головин изучал нанопорошки, которые позволяют достичь улучшенных свойств конечных изделий за счёт их наноструктурированности. Эти работы стали основой для развития новых технологий и методов в порошковой металлургии [2].

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Методы и материалы

Порошковая металлургия включает широкий спектр технологий, основанных на использовании металлических порошков. Эти методы позволяют создавать материалы с высокой плотностью, однородностью и улучшенными эксплуатационными характеристиками. Рассмотрим ключевые аспекты данного направления, включая современные методы получения порошков.

Основное преимущество порошковой металлургии заключается в возможности получения изделий сложной формы и специальных материалов с уникальными свойствами, таких как высокотемпературные сплавы, магнитные материалы и пористые структуры. Это делает порошковую металлургию незаменимым инструментом для создания компонентов с точными геометрическими параметрами и улучшенными эксплуатационными характеристиками. Технологии порошковой металлургии активно используются для производства деталей, которые работают в экстремальных условиях, таких как турбины, компоненты двигателей и термостойкие покрытия, что особенно важно в высокотехнологичных отраслях, таких как авиация и космическая промышленность [3].

Современные методы порошковой металлургии значительно расширили свои возможности. В настоящее время используется ряд инновационных подходов, которые включают методы, такие как механическое легирование, газофазные технологии, плазменные и аддитивные технологии. Эти методы позволяют не только получать порошки с заданными свойствами, но и эффективно контролировать процесс синтеза и форму частиц, что открывает новые горизонты для создания материалов с ранее невозможными характеристиками. Например, методы аддитивного производства (3D-печати) позволяют изготавливать изделия сложной формы с минимальными отходами материала, что значительно снижает себестоимость и увеличивает производственные возможности.

На рисунке 1 представлены современные методы получения порошков и их доля использования. Механическое легирование занимает лидирующую позицию (30%), за ним следуют газофазные методы (25%) и плазменные технологии (20%). Аддитивные технологии и химические методы также играют значительную роль, составляя 15% и 10% соответственно. Это иллюстрирует распределение ключевых подходов в порошковой металлургии и их значение в современных высокотехнологичных отраслях.

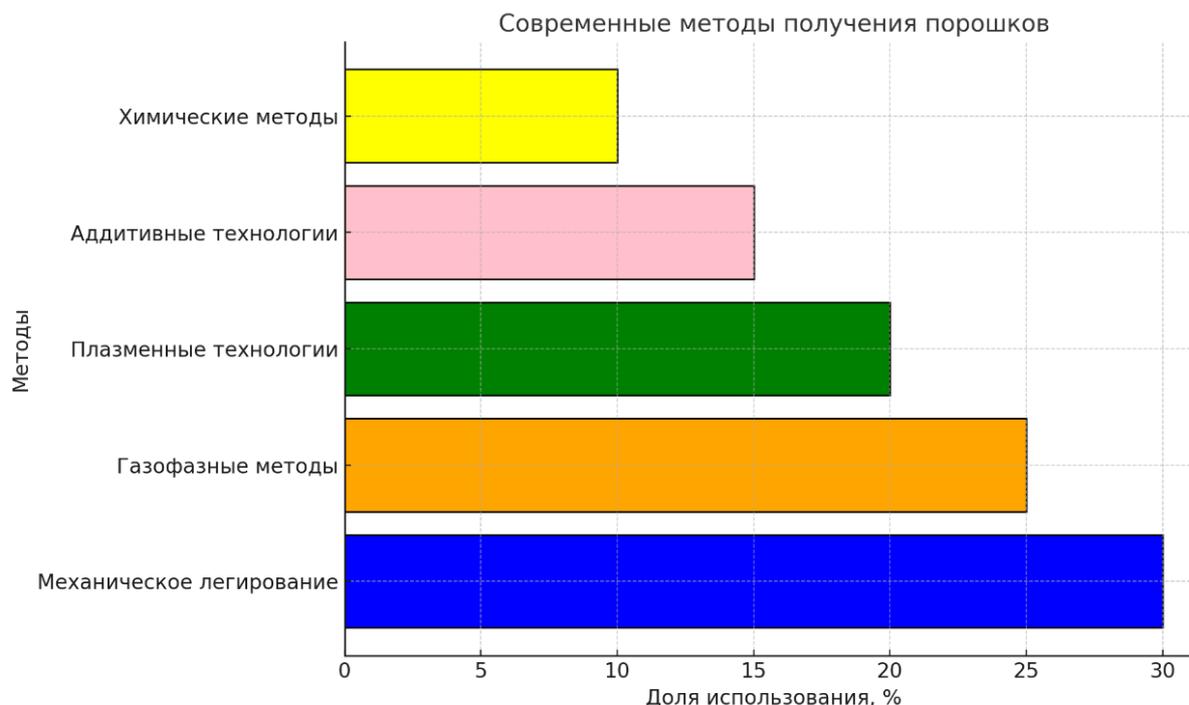


Рисунок 1. Современные методы получения порошков

На рисунке 2 представлено распределение современных методов получения порошков в порошковой металлургии.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

Распределение методов получения порошков в порошковой металлургии

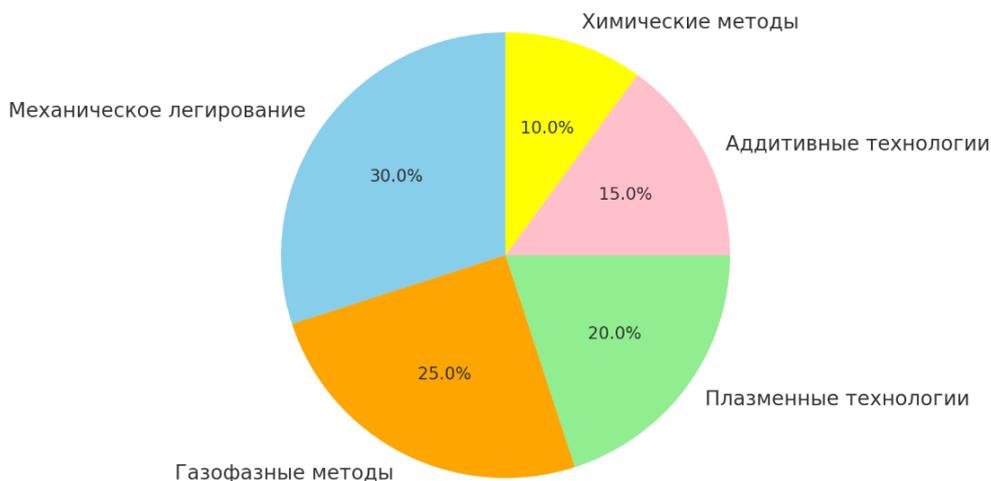


Рисунок 2. Распределение методов получения порошков в порошковой металлургии

Выводы к графику:

1. Механическое легирование занимает лидирующую позицию (30%) благодаря своей универсальности и сравнительно невысокой стоимости. Этот метод широко используется для получения порошков с высокой однородностью.

2. Газофазные методы (25%) активно применяются для синтеза ультрадисперсных порошков, которые находят применение в высокотехнологичных отраслях.

3. Плазменные технологии (20%) обеспечивают получение порошков с высокой чистотой и контролируемым размером частиц, что важно для авиационной и медицинской промышленности.

4. Аддитивные технологии (15%) играют ключевую роль в производстве порошков для 3D-печати, что способствует созданию изделий сложной формы.

5. Химические методы (10%) остаются экономически выгодным подходом для массового производства металлических порошков.

Эти данные подчеркивают значимость каждого метода в зависимости от его применимости и экономической целесообразности

На рисунке 3 представлено распределение применения порошковой металлургии в различных отраслях.

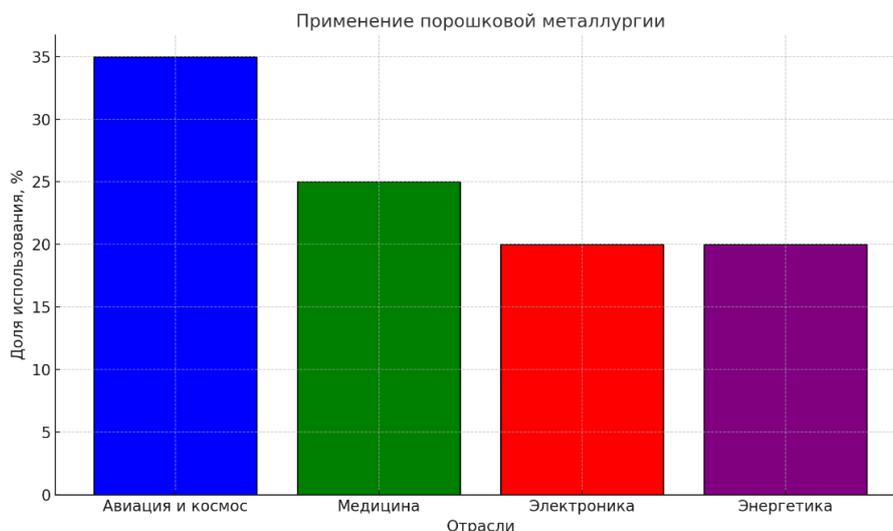


Рисунок 3. Применение порошковой металлургии

Выводы к графику:

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

1. Авиация и космос занимают ведущую долю (35%) благодаря требованиям к высокопрочным и легким материалам, которые могут быть получены методами порошковой металлургии.

2. Медицина (25%) активно использует биосовместимые материалы для создания имплантатов и медицинского оборудования.

3. Электроника (20%) применяет магнитные материалы, полученные методом порошковой металлургии, для улучшения производительности устройств.

4. Энергетика (20%) использует специальные сплавы для производства компонентов, способных выдерживать высокие температуры и нагрузки.

Этот рисунок демонстрирует, что порошковая металлургия активно применяется в высокотехнологичных отраслях, где критически важны уникальные свойства материалов [4].

Результаты и обсуждение

Порошковая металлургия представляет собой динамично развивающуюся область, открывающую широкие перспективы для создания инновационных материалов. Современные методы получения порошков, такие как механическое легирование, газофазные и плазменные технологии, позволяют достичь уникальных характеристик материалов. Порошковая металлургия уже нашла широкое применение в авиации, медицине, электронике и энергетике, обеспечивая высокое качество и экономическую эффективность производства. Дальнейшее развитие данной области связано с внедрением новых технологий и совершенствованием методов контроля качества.

Порошковая металлургия продолжает эволюционировать благодаря интеграции передовых научных исследований и технологий, что позволяет создавать материалы с ранее недостижимыми свойствами. Особое внимание уделяется разработке многокомпонентных и наноструктурированных порошков, которые обеспечивают улучшенные механические, термические и коррозионные характеристики. Также активно ведутся исследования в области восстановления отходов порошковой металлургии, что способствует устойчивому развитию отрасли и минимизации экологических последствий [5].

С каждым годом растет интерес к порошковой металлургии как способу изготовления изделий с высокой степенью точности и минимальными отходами, что открывает новые возможности для производства деталей сложной формы и высокой сложности. Использование этих технологий позволяет значительно уменьшить стоимость и сроки производства, а также повысить надежность и долговечность готовых изделий.

Выводы

Важнейшими задачами для дальнейшего развития порошковой металлургии являются создание более совершенных методов управления процессами синтеза порошков и контроль их качества на всех этапах производства. Эти шаги будут способствовать еще более широкому внедрению порошковой металлургии в различных отраслях, включая производство автомобильных компонентов, строительных материалов и инновационных решений для промышленных технологий.

Таким образом, порошковая металлургия продолжает развиваться, открывая новые горизонты для создания высокотехнологичных материалов и решений, которые способствуют развитию научных и производственных процессов в разных сферах жизни.

Список литературы

1 Шипов, А. Е. «Механическое легирование в порошковой металлургии» *Металлургический журнал*, 2020.

2 Синклер, Дж. «Плазменные методы получения металлических порошков» *International Journal of Powder Metallurgy*, 2018.

3 Головин, И. В. «Нанопорошки: синтез и применение в металлургии» *Российский металлургический журнал*, 2021.

4 Беляков, А. А. «Аддитивные технологии в порошковой металлургии» *Современные технологии*, 2019.

Раздел 1. «Металлургия, технологии новых материалов»

5 Всемирная организация порошковой металлургии. «Ежегодный отчёт о развитии технологий порошковой металлургии» 2022.

П.Л. Цыба

Ұнтақты металлургия: жаңа материалдар және оларды алу әдістері

Мақала ұнтақ металлургиясындағы заманауи жетістіктерді талдауға, сондай-ақ жаңа материалдар мен оларды алу әдістерін зерттеуге арналған. Металл және композициялық ұнтақтарды синтездеудің инновациялық тәсілдері, соның ішінде механикалық легірлеу, газ және плазмафазалық әдістер, сондай - ақ аддитивті технологиялар қарастырылады. Аэроғарыш өнеркәсібінде, медицинада және энергетикада қолданылатын жақсартылған механикалық, термиялық және коррозиялық қасиеттері бар материалдарды әзірлеуге ерекше назар аударылады. Нано ұнтақтарды пайдалану перспективалары және олардың соңғы өнімдердің микро және нанокұрылымына әсері сипатталған. Жоғары технологиялық салалар үшін инновациялық материалдарды жасаудағы ұнтақты металлургияның негізгі рөлі туралы қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: ұнтақ металлургиясы, металл ұнтақтары, наноұнтақтар, композиттік материалдар, механикалық легірлеу, аддитивті технологиялар, ұнтақ синтезі, нанокұрылым, жоғары технологиялық салалар.

P.L. Tsyba

Powder metallurgy: new materials and methods for their production

The article analyzes modern advancements in the field of powder metallurgy, focusing on the study of new materials and methods for their production. Innovative approaches to the synthesis of metallic and composite powders are discussed, including mechanical alloying, gas- and plasma-phase methods, as well as additive technologies. Particular attention is given to the development of materials with enhanced mechanical, thermal, and corrosion-resistant properties, which are widely applied in the aerospace industry, medicine, and energy sector. The prospects of using nanopowders and their impact on the micro- and nanostructure of final products are highlighted. The article concludes with the critical role of powder metallurgy in creating innovative materials for high-tech industries.

Keyword: powder metallurgy, metallic powders, nanopowders, composite materials, mechanical alloying, additive technologies, powder synthesis, nanostructure, high-tech industries.

References

- 1 Shipov, A. E. «Mechanical alloying in powder metallurgy» Metallurgical Journal, 2020.
- 2 Sinclair, J. «Plasma methods for the production of metal powders» International Journal of Powder Metallurgy, 2018.
- 3 Golovin, I. V. «Nanopowders: synthesis and application in metallurgy» Russian Metallurgical Journal, 2021.
- 4 Belyakov, A. A. «Additive technologies in powder Metallurgy» Modern Technologies, 2019.
- 5 The World Organization powder metallurgy. «Annual report on the development of powder metallurgy technologies» 2022.

Раздел 2

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

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

FTAMP 67.11.29

ЭОЖ: 669.18.04

Б.А. Базаров, А.Н. Конакбаева, В.А. Ромазанов, А.Г. Абдиюсупов

(Қарағанды индустриалық университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: b.bazarov@ttu.edu.kz)

Транспорт инфрақұрылымы ғимараттары үшін деформацияланатын конус пішінді негіздерді зерттеу

Бұл мақалада сквозный негіздердің горизонталь деформациялары кезінде жер бетімен өзара қарым қатынасқа түсуі қарастырылған. Инженерлік құрылымдарды деформацияланатын негіздерде салу мәселелері талқыланған. Қазіргі заманғы іргетас конструкцияларының талдауы дәстүрлі іргетас түрлерінің қазылып алынатын аймақтарда пайдалану кезінде бірқатар кемшіліктері бар екенін көрсетеді. Жоғарыда айтылғандарға байланысты, жер бетінің горизонтальді деформацияларының әсерін ғимараттар мен құрылыстардың үстіңгі конструкцияларына зиян келтірмей қабылдай алатын оңтайлы іргетас құрылымдарын әзірлеу қажеттілігі туындайды. Модельдік зерттеулер конустық іргетастардың көтергіштік қабілеті тесік диаметрі мен табан диаметрі ұлғайған сайын артатынын көрсетті. Бұл ретте іргетастың «алдын ала» енгізілуінің ең оңтайлы тереңдігі табан радиусының 0,75 бөлігіне тең тереңдік болып табылады. Зерттеулер көрсеткендей, іргетастың бастапқы пайдалану жүктемесі кезінде конструкцияның топырақ қабатына ену сипаты айқын көрінеді, соның нәтижесінде зерттелген іргетастардың көтергіштік қабілеті тікелей пропорционалды түрде артады.

Түйін сөздер: конус пішінді негіздер, жұмыс істейтін негіз, горизонталь созылу деформациялары, модельдік зерттеулер, көлемді стенд, топырақтың физика-механикалық қасиеттері, зертханалық зерттеулер әдістемесі.

Қазіргі уақытта елімізде құрылыс ғылымын дамыту және оның тиімділігін арттыру бойынша ауқымды жоспарлар қойылып отыр, бұл Қазақстанды әлемдегі бәсекелесуге қабілетті 50 елдің қатарына қосу мақсатында жүзеге асырылуда. Бұл міндеттерді орындау құрылысқа бөлінген материалдық және қаржылық ресурстарды ұтымды пайдалану, сметалық құнды азайту, индустрияландыру деңгейін арттыру және құрылысты аяқтау мерзімдерін қысқартуды талап етеді.

Қазақстан Республикасы үшін алдағы кезеңдегі экономикалық және әлеуметтік дамудың негізгі бағыттарының бірі – елдегі көмір өндіруді одан әрі өсіру, оның резервтерінің бірі көмірді салынып болған аумақтардың астынан толығымен алуды байланысты. Мысалы, Қарағанды қаласы қазіргі шекараларында, аз ғана көрсеткіштерді ескермегенде, толығымен 1,5 миллиард тоннадан асатын көмір қоры бар көмір қабаттарының үстінде орналасқан, бұл көмір бассейні құрылған уақыттан бастап өндірілген көмірден 1,2 есе артық. Қаланың құрылысқа арналған аумақтарында сенімді негіз ретінде қолдануға болатын топырақтар күн бетінің астында 6–8 метр тереңдікте орналасқан.

Құрылымдық қорғау шараларының қолданысы. Құрылымдық қорғау шаралары барлық жағдайларда қолданылады, егер құрылыс алаңының астында көмір қабаттарының қазылуы жоспарланса. Бұған ғимараттың бір жазықтығында орналасқан тұйықталған темірбетон белдеулерді орнату, ғимараттарды жеке бөліктерге бөлу, іргетастарды – плиталы, айқасқан арқалық жүйелер түрінде орналастыру, сондай-ақ термопластикалық элементтер мен домкраттау арқылы ғимаратты түзетуге мүмкіндік беретін құрылымдар жатады.

Алайда, тау-геологиялық жағдайлардың әртүрлілігі мен күрделілігі құрылымдық қорғау шараларының көлемі мен сипатын дұрыс анықтауға әрдайым мүмкіндік бермейді. Бұл күрделі тау-геологиялық жағдайлардағы (тектоникалық бұзылыстар, шағын тереңдіктегі ескі тау-кен қазбалары, жартас топырақтар және т.б.) құрылыс алаңдарының жеткілікті зерттелмеуімен, сондай-ақ мұндай

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

жағдайларда ғимараттар мен құрылыстарды қорғау бойынша құрылымдық шараларды әзірлеуге арналған нормативтік талаптардың жоқтығымен түсіндіріледі.

Қазіргі уақытта күрделі тау-геологиялық жағдайларда ғимараттарды қорғауға арналған құрылымдық шараларды жобалау және пайдалы қазбаларды өндіру жағдайында іргетас құрылымдарының болашағы бар жобаларын әзірлеуге арналған нормативтік-нұсқаулық құжаттарды жасау бойынша жұмыстар жүргізілуде. Осындай мәселелер Ресейдің Пермь облысындағы Верхнекамск калий тұз кен орындарында, атап айтқанда, Березники қаласында да пайда болған. Шахталардың тау-кен аудандары салынған аумақтардың астында орналасқан жағдайларда калий рудаларын өндіруге дайындалған учаскелерді пайдалану мүмкіндігі ең алдымен жұмыс істейтін объектілердің пайдалануға жарамдылығын қамтамасыз етуге байланысты.

Жер асты пайдалы қазбаларды өндіру кезінде жер бетінің горизонталь деформациялары негізге күш түсіру әсерін тудырады, бұл құрылыстар мен ғимараттардың негізгі конструкцияларының жарамдылығына әсер етеді. ВНИМИ және Центрогипромшахта [1], зерттеулері бойынша, горизонталь деформациялардан пайда болатын күштердің жалпы әсері деформациялардың жалпы әсерінің 70%-80%-ын құрайды [1]. Бұл мәліметтер шетелдік зерттеушілердің еңбектерінде де көрсетілген [2].

Жер асты пайдалы қазбаларын өндірумен байланысты жер бетінің горизонталь деформацияларының әсерінен топырақ массасының кернеу-деформациялық күйі өзгереді. Осының нәтижесінде ғимараттар мен құрылымдардың негіздерінің көтеру қабілеті мен икемділігі де өзгереді.

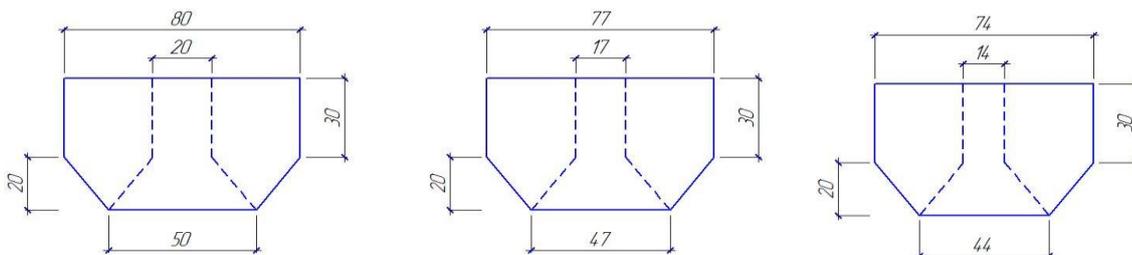
Қазіргі қолданыстағы фундамент түрлерін талдау олардың жұмыс істейтін аймақтарда пайдаланылуы кезінде бірқатар кемшіліктерге ие екенін көрсетеді.

Осыған байланысты, жер бетінің горизонталь деформацияларының әсерін жер үсті құрылымдарына зиян келтірмей қабылдай алатын ғимараттар мен құрылымдарға арналған тиісті фундамент конструкцияларын ойлап табу қажет.[3].

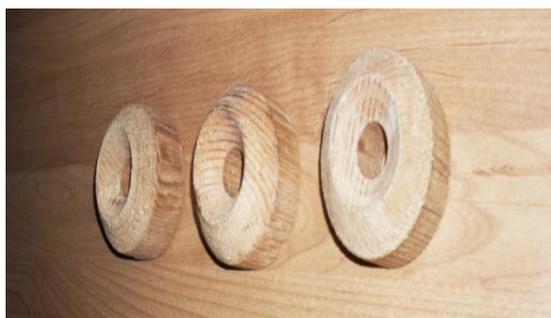
Зертханалық эксперименттер жүргізу үшін диаметрлері $d = 14, 17, 20$ мм болатын сквозной тесікшелері бар коникалық пішінді, ағаштан жасалған фундамент конструкцияларының модельдері пайдаланылды (1 және 2 суреттер).

Өртүрлі ену бұрыштарын таңдау арқылы ғимараттың негізінің икемділік схемасы бойынша топырақ массивіне іргетас бөлігі біркелкі емес отырып кететін жағдайда, жұмыс істейтін негізге ең қолайлы ену бұрышын анықтау негізделді.

Экспериментте пайдаланылған фундамент конструкцияларының диаметрлері осындай болды:



1-сурет – Өртүрлі диаметрдегі сквозной тесігі бар конустық фундамент конструкциялары модельдерінің геометриялық өлшемдері.



2-сурет – Сквозной тесігі бар фундамент конструкцияларының модельдері.

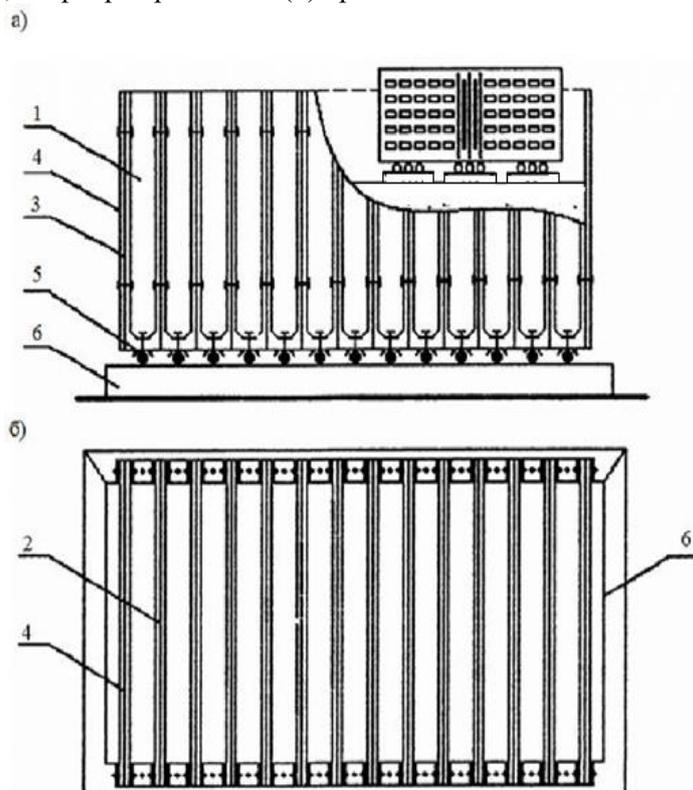
Раздел 2. «Машиностроение, технологические машины и транспорт, строительство»

Модельдердің және шынайы фундаменттердің сызықтық масштабы суглинка материалының беріктік қасиеттеріне (адгезиясына) сәйкес анықталды және ол 1:40 арақатынасына тең.

Коникалық фундамент пен дәстүрлі бағаналық фундаменттің жұмыс механизмін салыстыру үшін бірдей диаметрлі штамптар пайдаланылды, олар коникалық фундаменттердің топырақ массасымен байланысты зерттелді. [4, 5].

Деформацияларды модельдеу

Көлемдік стенд (3-сурет) арқылы көлденең созылу деформациялары модельденді, яғни зертханалық жағдайларда тау жыныстарын қазу процесі жасалды. Стенд жеке швеллерлерден (1) жасалған. Швеллерлер арасында серпімді резеңке төсемдер (2, $\delta = 10$ мм) орналасқан. Швеллерлердің жоғарғы және төменгі деңгейлерінде көлденең болтты қосылыстар (3) орнатылған. Стендтің шеттері тұтас қабырғалармен (4) жабылған. Швеллерлердің төменгі бөлігінде биіктігі реттелетін шарлы тіректер (5) орналасқан, олар тірек рамасына (6) орнатылған.



3-ші сурет. Негздердің деформациясын модельдеуге арналған көлемді стенд
а) шетінен б) үстінен

Көлемдік стендте тау жыныстарының қазылуына байланысты деформацияларды модельдеу келесідегідей жүзеге асырылады:

- Болтты қосылыстар (3) арқылы резеңке төсемдер (2) созылады немесе қысылады, бұл ретте стенд ішіндегі топырақ та деформацияға ұшырайды.
- Болтты қосылыстар әлсіреген кезде резеңке төсемдердің серпімді қалпына келуі есебінен көлденең созылу деформациялары пайда болады.
- Керісінше, төсемдерді қысқан кезде көлденең сығылу деформациялары орын алады.

Модельдік зерттеулер бағдарламасына сәйкес келесі сынақтар жүргізілді:
а) тау жыныстарын қазу әсерінсіз, топырақ негізіндегі іргетас модельдерін жүктеу;
б) алдын ала бір бағытта көлденең деформацияға ұшыраған топырақ негізінде іргетастар мен штамптарды жүктеу ($s = (3; 6; 9; 12) \cdot 10^{-3}$) (3.8-3.10 суреттері).) [121-123]

Фундаменттердің салыстырмалы модельдік эксперименттері топырақ негізінің жүк көтергіш қабілеті мен иілімділігін анықтау мақсатында жүргізілді.

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

Модельдік зерттеулер нәтижесінде коникалық фундаменттердің көтеру қабілеті сквозный тесіктің диаметрі мен жастық диаметрі ұлғайған сайын артатыны анықталды. Сонымен қатар, фундаменттің ең тиімді «алдын ала» енгізу тереңдігі жастық радиусының 0,75 бөлігіне тең екені анықталды.

Зерттеулер көрсеткендей, фундаментке мұндай бастапқы жүктеме кезінде конструкцияның топырақ массасына енуі нақты көрінеді, бұл жағдайда зерттелген фундаменттердің көтеру қабілеті ену тереңдігіне пропорционалды түрде артады.

Бұдан басқа, эксперименттік зерттеулер көрсеткендей, зерттелген және бағаналық фундамент модельдерінің көтеру қабілеті мен шөгуді деформацияның серпімді сатысында бірдей болды.

Әдебиеттер тізімі:

1 Базаров Б.А. «Фундаменттерді негіздермен өзара әрекетін модельдеу ерекшеліктері.» Халықаралық ғылыми конференция, «Қазақстан-2030 стратегиясы» (24–25 маусым 2008 ж.) 2 шығарылым. Қарағанды, 2008. 204–205 б.

2 Кратч Т. «Тау жыныстарының қозғалысы және жұмыс істейтін құрылымдарды қорғау.» Р.А.Муллера, Н.А. Петухова - М., Недра, 1998.

3 Базаров Б.А. «Қарағанды аймағында көмір кен орындарында жұмыс істейтін фундаменттерді модельдеу» (Монография). ISBN 978-601-7160-95-1 Акад. К. Сатпаев. Атындағы ЕИТИ Экибастуз. – 2017. – 135 б.

4 Базаров Б.А. «Тау-кен жұмыстарында ғимараттарды қорғау ерекшеліктері.» ISBN 978-601-7369-05-7. КГИУ. Теміртау. – 2012. – 123 б.

5 Базаров Б.А., Исакова А.Н. «Конус пішінді негіздерді әртүрлі ену бұрыштарында зерттеу нәтижелері.» Ғылыми журнал - Алматы, 2005. 57-59 б.

Б.А. Базаров, А.Н. Конакбаева, В.А. Ромазанов, А.Г. Абдиусупов

Исследование деформируемых конических оснований для транспортной инфраструктуры зданий

В данной статье рассматривается взаимодействие исследуемых фундаментов с основанием при горизонтальных деформациях растяжения земной поверхности. Рассмотрены проблемы строительства инженерных сооружений на деформируемых, при подработке, оснований. Анализ существующих типов фундаментов конструкций показывает, что традиционные формы фундирования оснований имеют ряд недостатков при их эксплуатации на подрабатываемых территориях. В связи с вышеизложенным, возникает необходимость разработки оптимальных фундаментных конструкций зданий и сооружений, которые воспринимают влияние горизонтальных деформаций земной поверхности без ущерба надземных конструкций. Модельные исследования показали, что несущая способность конических фундаментов увеличивается с увеличением диаметра сквозного отверстия и диаметра подушки. При этом наиболее оптимальной глубиной «предварительного» внедрения фундамента является глубина, равная 0,75 радиуса подушки. Исследования показали, что при таком начальном эксплуатационном нагружении фундамента четко выявляется характер врезания конструкции в толщу грунта, при котором несущая способность возрастает прямо пропорционально врезке исследуемых фундаментов.

Ключевые слова: конические фундаменты, подрабатываемое основание, горизонтальные деформации растяжения, модельные исследования, объемный стенд, физико-механические свойства грунтов, методика проведения лабораторных исследований.

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

B.A. Bazarov, A.N. Konakbayeva, V.A. Romazanov, A.G. Abdiusupov.

Study of Deformable Conical Foundations for Transport Infrastructure Buildings

This article examines the interaction between the studied foundations and the subsoil under horizontal tensile deformations of the earth's surface. The issues of constructing engineering structures on deformable subsoils affected by mining subsidence are considered. The analysis of existing types of foundation structures shows that traditional foundation forms have several disadvantages when used in subsidence-affected areas. There is a need to develop optimal foundation structures for buildings and structures that can withstand the impact of horizontal deformations of the earth's surface without damaging the superstructures. Model studies have shown that the bearing capacity of conical foundations increases with the increase in the diameter of the through-hole and the diameter of the footing. At the same time, the most optimal depth of the «preliminary» foundation embedding is equal to 0.75 of the footing radius. Studies have also shown that under such an initial operational load, the penetration nature of the structure into the soil mass is clearly identified, with the bearing capacity increasing in direct proportion to the penetration depth of the studied foundations.

Key words: conical foundations, subsiding subsoil, horizontal tensile deformations, model studies, volumetric test bench, physical and mechanical properties of soils, laboratory research methodology.

References

- 1 Bazarov B.A. «Modeling the Interaction of Foundations with Bases. International Scientific Conference, «Kazakhstan-2030 Strategy» (June 24-25, 2008), Issue 2. Karaganda, 2008. pp. 204-205.
- 2 Kratch T. «Rock Movements and Protection of Working Structures» R.A. Muller, N.A. Petukhov - Moscow, Nedra, 1998.
- 3 Bazarov B.A. «Modeling of Foundations Operating in Coal Deposits in the Karaganda Region» (Monograph). ISBN 978-601-7160-95-1 Academy K. Satpayev. EITI Ekibastuz. – 2017. – 135 pages.
- 4 Bazarov B.A. «Features of Protecting Buildings during Mining Operations» ISBN 978-601-7369-05-7. KGIU. Temirtau. – 2012. – 123 pages.
- 5 Bazarov B.A., Iskakova A.N. «Results of Studies of Conical Foundations at Various Penetration Angles» Scientific Journal - Almaty, 2005. pp. 57-59.

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

МРНТИ 62.13

УДК: 691.4:

Е.С. Айтбаев, Т.С.Бейсембаев

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

Разработка и применение композитных материалов в строительстве

В статье рассматриваются современные тенденции разработки и применения композитных материалов в строительной отрасли. Композиты, благодаря своим уникальным свойствам, таким как высокая прочность, устойчивость к коррозии, легкий вес и долговечность, становятся все более востребованными в различных типах строительства — от жилых зданий до промышленных объектов и инфраструктурных проектов. Технологии создания композитов позволяют улучшать механические характеристики материалов и адаптировать их под специфические требования. В статье анализируются различные виды композитов, их состав, методы производства и области применения. Также обсуждаются экологические преимущества использования композитных материалов, включая снижение веса конструкций и уменьшение потребности в традиционных ресурсах.

Ключевые слова: Композитные материалы, строительные материалы, полимерные композиты, углепластик, армированные материалы, прочность конструкций, легкие конструкции, экологичность материалов, инновационные материалы, нанокompозиты, армирование бетона.

Введение

Современное строительство сталкивается с множеством вызовов, среди которых можно выделить необходимость повышения прочности и долговечности конструкций, снижение веса строительных элементов, а также улучшение устойчивости к воздействию различных факторов окружающей среды. В этой связи особое внимание привлекают композитные материалы, которые обладают уникальными свойствами и могут существенно изменить подходы к проектированию и строительству.

Композитные материалы представляют собой комбинацию двух или более различных материалов, которые, будучи объединёнными, создают новый материал с улучшенными характеристиками. Эти материалы находят всё более широкое применение в строительной отрасли благодаря своим выдающимся механическим, физическим и химическим свойствам.

Технологии производства композитных материалов играют ключевую роль в их применении. Современные методы производства позволяют создавать композиты с заданными характеристиками, что открывает новые горизонты для их использования в строительстве. Это может включать как традиционные технологии, такие как литьё и прессование, так и более современные подходы, такие как 3D-печать, которые позволяют создавать сложные геометрические формы и структуры. Важно отметить, что выбор технологии производства напрямую влияет на свойства конечного продукта, что делает этот аспект особенно актуальным для инженеров и проектировщиков [1].

Применение композитных материалов в строительстве охватывает широкий спектр задач, от создания лёгких и прочных конструкций до разработки новых систем утепления и защиты от коррозии. Композиты могут использоваться как в несущих конструкциях, так и в отделочных материалах, что делает их универсальным решением для различных строительных проектов. Например, стеклопластиковые и углепластиковые арматуры уже активно внедряются в железобетонные конструкции, обеспечивая им большую прочность и долговечность. Также композиты могут использоваться в качестве элементов фасадов, кровельных материалов и даже в системах тепло- и звукоизоляции, что делает их незаменимыми в современных строительных решениях.

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

Перспективы развития композитных материалов в строительстве выглядят весьма многообещающе. С каждым годом появляются новые технологии и материалы, которые могут изменить представление о строительстве. Исследования в области нанотехнологий, биоматериалов и новых полимерных систем открывают новые горизонты для создания композитов с улучшенными характеристиками.

Важно отметить, что будущее композитных материалов в строительстве зависит не только от научных исследований, но и от готовности отрасли принять новые технологии и адаптироваться к ним.

Таким образом, композитные материалы представляют собой важное направление в развитии строительной отрасли. Их уникальные свойства и возможность создания конструкций, обладающих высокой прочностью, лёгкостью и долговечностью, делают их незаменимыми в современных строительных проектах.

В данной работе будет рассмотрен широкий спектр вопросов, связанных с разработкой и применением композитных материалов в строительстве, включая технологии их производства, применение в различных областях, испытания и контроль качества, а также экономические и экологические аспекты. Этот анализ позволит глубже понять роль композитных материалов в строительстве и их потенциал для будущего развития отрасли.

Исследование «Разработка и применение композитных материалов в строительстве» является крайне актуальным в условиях современного мира, где устойчивое развитие и инновационные технологии становятся ключевыми факторами в строительной отрасли.

С учетом растущих требований к прочности, долговечности и экологической безопасности строительных материалов, композитные решения предлагают уникальные преимущества, включая снижение веса конструкций, улучшенные механические свойства и повышенную устойчивость к агрессивным воздействиям [2].

Оглавление работы, охватывающее технологии производства, применение, испытания, а также экономические и экологические аспекты, подчеркивает комплексный подход к исследованию, что позволяет не только оценить текущие достижения, но и определить перспективы дальнейшего развития композитных материалов в строительстве, что является важным шагом к созданию более эффективных и устойчивых строительных решений.

В работе «Разработка и применение композитных материалов в строительстве» объектом исследования являются композитные материалы, используемые в строительной отрасли, которые представляют собой сочетание различных компонентов, обладающих уникальными физическими и механическими свойствами.

Предметом исследования выступают технологии их производства, методы применения, испытания и контроль качества, а также экономические и экологические аспекты использования этих материалов.

Особое внимание уделяется перспективам их развития, что позволяет оценить потенциал композитных материалов в контексте современных требований к устойчивости, эффективности и экологичности строительных решений.

Целью исследования в работе «Разработка и применение композитных материалов в строительстве» является всесторонний анализ и оценка потенциала композитных материалов как инновационного решения для повышения эффективности и устойчивости строительных процессов.

Задачи исследования включают изучение технологий производства композитов, их практическое применение в строительстве, а также проведение испытаний и контроль качества этих материалов.

Кроме того, работа рассматривает экономические и экологические аспекты использования композитов, что позволяет выявить их преимущества и недостатки. В заключение, исследование направлено на определение перспектив развития композитных материалов в строительной отрасли, что может способствовать внедрению более современных и эффективных решений в строительную практику [3].

Методы и материалы

Виды композитных материалов. Композитные материалы представляют собой уникальную категорию веществ, которые объединяют в себе свойства различных компонентов, что позволяет

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

создавать материалы с улучшенными характеристиками по сравнению с их отдельными составляющими.

В строительстве композитные материалы находят все более широкое применение благодаря своей легкости, прочности, устойчивости к воздействию внешней среды и долговечности. В этом разделе мы рассмотрим технологии производства композитных материалов, а также их основные виды, что позволит лучше понять их роль и значение в современном строительстве.

Производство композитных материалов включает в себя несколько ключевых этапов, каждый из которых требует тщательной проработки и оптимизации. Основными компонентами композитов являются матрица и армирующий компонент. Матрица может быть выполнена на основе полимеров, металлов или керамики, в то время как армирующий компонент чаще всего представлен волокнами, частицами или пленками.

В зависимости от выбранных материалов и технологии их соединения, свойства конечного композита могут значительно варьироваться. Например, полимерные композиты часто используются для создания легких и прочных конструкций, в то время как металлические композиты могут обладать высокой прочностью и устойчивостью к коррозии.

Одной из наиболее распространенных технологий производства композитных материалов является метод литья. В этом процессе матрица в жидком состоянии заливается в форму, где происходит затвердевание. Этот метод позволяет добиться высокой точности и однородности материала, однако он требует значительных затрат на оборудование и формы. Литье может быть использовано для создания как простых, так и сложных по форме изделий, что делает его универсальным решением для множества задач.

Другой важной технологией является метод намотки, который используется для создания композитных материалов с высокой прочностью на растяжение. В этом процессе армирующие волокна наматываются на вращающуюся форму, после чего заливается матрица. Этот метод позволяет добиться высокой степени ориентации волокон, что непосредственно влияет на механические свойства конечного продукта. Намотка может быть использована для создания труб, балок и других конструктивных элементов, которые требуют высокой прочности и жесткости.

Существует также метод прессования, который применяется для создания плоских композитных материалов. В этом процессе армирующие компоненты укладываются в форму, после чего на них воздействуют высоким давлением и температурой. Прессование позволяет добиться высокой плотности и однородности материала, что делает его идеальным для производства плит, панелей и других строительных элементов. Этот метод также позволяет использовать большое количество различных добавок, что дает возможность модифицировать свойства конечного продукта в зависимости от требований проектирования.

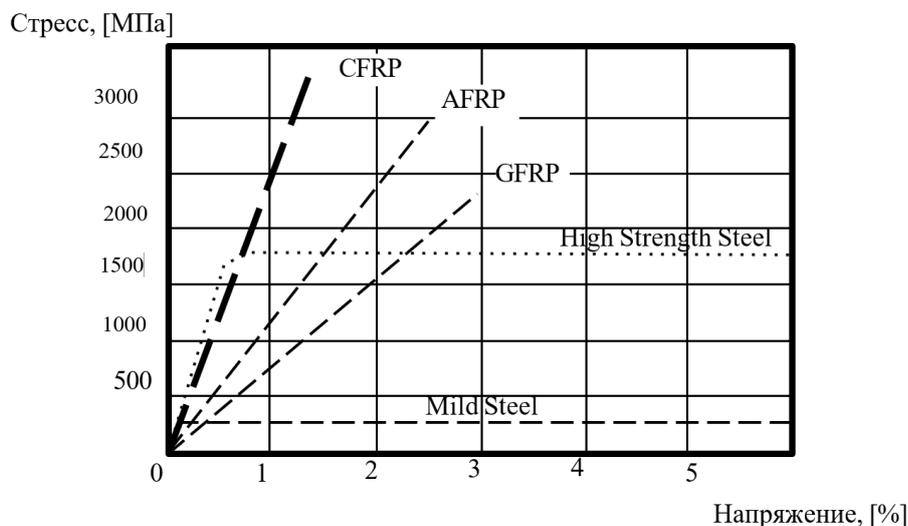


Рисунок 1. Сравнительные напряжение-деформация кривые из некоторых ФРП композиты и сталь

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

Еще одной интересной технологией является инъекционное формование, которое позволяет создавать сложные по форме изделия с высокой точностью. В этом процессе матрица в жидком состоянии под высоким давлением вводится в форму, где происходит затвердевание. Инъекционное формование широко используется для производства деталей, требующих высокой точности, таких как крепежные элементы и декоративные элементы интерьера. Этот метод также позволяет эффективно использовать различные добавки и модификаторы, что делает его весьма универсальным. Среди новых технологий, заслуживающих внимания, можно выделить аддитивные технологии, такие как 3D-печать, которые открывают новые горизонты в производстве композитных материалов. С помощью этих технологий возможно создавать сложные геометрические формы, которые невозможно или трудно получить традиционными методами. 3D-печать позволяет сократить время на производство и снизить количество отходов, что делает ее экологически более устойчивой альтернативой.

В строительстве 3D-печать начинает использоваться для создания как отдельных элементов, так и целых конструкций, что открывает новые возможности для проектирования и реализации архитектурных решений. Что касается видов композитных материалов, то их можно классифицировать по различным критериям, включая тип матрицы, тип армирующего компонента и область применения. Полимерные композиты, например, представляют собой один из самых распространенных видов композитов, которые используются в строительстве благодаря своей легкости, прочности и устойчивости к коррозии. Они могут включать в себя стекловолокно, углеродные волокна и другие армирующие компоненты.

Полимерные композиты находят свое применение в производстве различных строительных элементов, таких как панели, балки, колонны и другие конструкции. В производстве различных строительных элементов, таких как панели, балки, колонны и другие конструкции (Рисунок 2, 3).

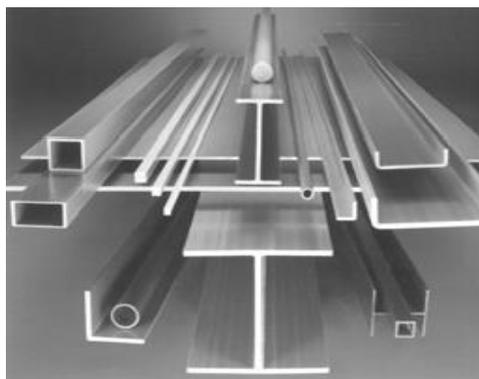


Рисунок 2. Композит FRP



Рисунок 3. Использование композитов FRP в платформе

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

Металлические композиты, в свою очередь, обладают высокой прочностью и устойчивостью к механическим повреждениям. Они могут быть выполнены на основе алюминия, стали или других металлов и часто используются в тех областях, где требуется высокая прочность и долговечность. Примеры применения металлических композитов включают в себя создание каркасов зданий, конструкций мостов и других ответственных элементов.

Керамические композиты, хотя и менее распространены в строительстве, также имеют свои преимущества. Они обладают высокой термостойкостью и устойчивостью к химическим воздействиям, что делает их идеальными для использования в условиях высокой температуры или агрессивной среды. Керамические композиты могут быть использованы в производстве облицовочных материалов, а также в системах защиты от огня.

Среди новых и перспективных направлений можно выделить биоразлагаемые композиты, которые создаются на основе натуральных материалов и имеют минимальное воздействие на окружающую среду. Эти материалы могут использоваться в строительстве временных конструкций или в случаях, когда важно минимизировать экологический след. Биоразлагаемые композиты могут включать в себя такие компоненты, как волокна растительного происхождения, что делает их более устойчивыми и экологически чистыми (Рисунок 4).



а



б

Рисунок 4. FRP композитный танки: а – горизонтальный танки [7]; б – вертикальный танки [8].

Таким образом, технологии производства композитных материалов и их разнообразие открывают новые горизонты для применения в строительстве. Композиты позволяют создавать легкие, прочные и долговечные конструкции, что делает их идеальными для современного строительства, где требования к материалам становятся все более строгими. Важно отметить, что дальнейшее развитие технологий производства и модификации композитных материалов будет способствовать созданию еще более эффективных и устойчивых решений, отвечающих требованиям устойчивого развития и охраны окружающей среды.

Результаты и обсуждение

Усиление восстановления изношенных и поврежденных промышленных сооружений стало одной из основных проблем для инженеров-строителей и промышленных инженеров во всем мире. Основные причины структурного восстановления структурные элементы включают: изменения в использовании конструкции и деградацию конструкции [4].

Изменения в использовании конструкции включают увеличение временной нагрузки или статической нагрузки, изменение пути нагрузки, новые требования к нагрузке и модернизацию практики проектирования. Деградация конструкции включает: коррозию как механизм структурной

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

деградации, усталость строительных материалов, опасные события, ошибки строительства из-за плохого качества строительства или использования некачественных материалов.

Композиты FRP рекомендуются для решений по структурной реконструкции, поскольку используемые материалы легкие, устойчивы к коррозии и подходят к индивидуальному дизайну. Кроме того, композитные изделия FRP легко крепятся к поверхности из элементов сделанных из традиционный материал, требуют меньше труд сила и не изменяют динамические и сейсмические характеристики несущих элементов (Рисунок 5).

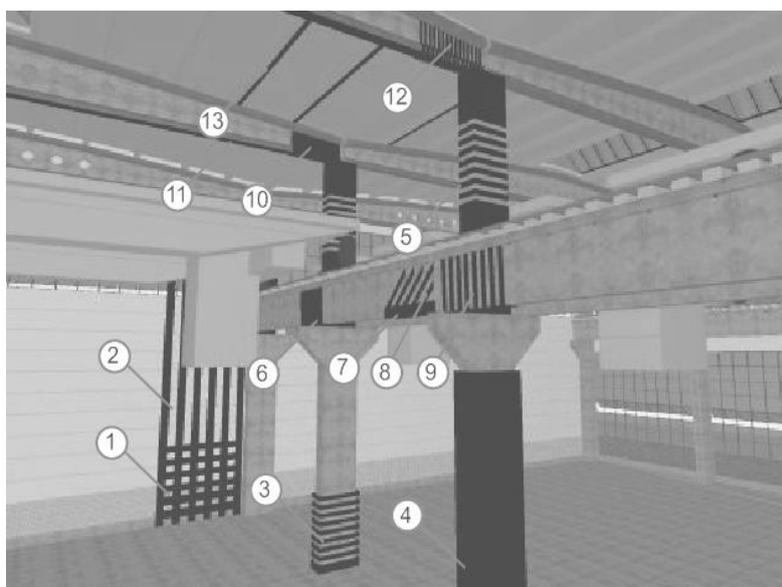


Рисунок 5. Укрепление решения с использованием ФРП, основанный на решении для промышленных залов:

- а* – стена укрепление с двунаправленной полоски (1) и однонаправленной полоски (2);
б – усиление колонны дискретными полосами (3), непрерывной обмоткой (4) и комбинированной дискретной и непрерывной обмоткой (5); *в* – решения по дискретному усилению изгиба для усиленный бетонный (ПК) балки и непрерывный мембраны (6); *г* – Решения по усилению сдвиговых усилий для железобетонных балок с использованием нижнего пояса зажима наклонных полос для балок подкранового пути (7) и (8) и U-образных полос (9); *е* – решение по усилению основных поперечных балок, включая концевой текстильный зажим (10), соединение пластин (11) и дискретный зажим сделан из композитной полоски (12); *ф* – тарелка, связанный ребра для элементов крыши (13).

Ниже представлено несколько примеров применения композитных материалов FRP в работах по восстановлению конструкций.

Авторами на факультете гражданского строительства и строительных услуг Технического университета им. Г. Асаки в Яссах был реализован комплексный теоретический и экспериментальный проект по возможностям укрепления с передовые полимерные композиты из полных промышленных залов. Были проанализированы элементы конструкции и облицовки, а предлагаемые решения проиллюстрированы на рисунке 6 [5], [6].

Промышленные дымовые трубы — это специальные промышленные сооружения, эксплуатируемые в условиях сильных ветров, сейсмичности и перепадов температур.

Дымоходы сделаны из кирпича и для усиления были предложены структурно-оцененные и укрепительные решения.

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

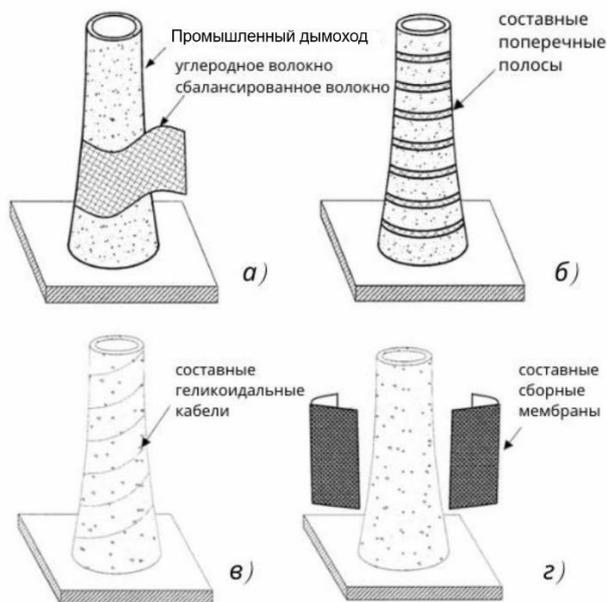


Рисунок 6. Композитный основанный на укреплении решения для промышленных дымоходов: а – упаковка с углеродом волокно сбалансированный ткань; б – заключение с композитный полосы-обручи; в – винтовая спираль из композитного кабеля; г – готовые композитные мембраны [7].

Аналогичное применение было разработано для каменной дымовой трубы на пивном заводе [7]. В этом случае проектировщик предложил использовать армированные углеродным волокном текстильные композиты для усиления конструкции дымовой трубы.

Силосные конструкции часто используются в промышленных зонах, эксплуатируются в условиях агрессивной атмосферы, материал конструкции разрушается и укрепляющие решения необходимы. Современный подход использует почти поверхностный монтаж (НСМ) полосы/стержни сделаны из передовой Композитные материалы. Эти усиливающий элементы смонтированы в около поверхность слоты, резать в внешний слой из оригинальный структура (Инжир. 9 а). Альтернативно композитный обруч для усиления оболочки конструкции могут быть использованы полосы (Рисунок 7 б).



Рисунок 7. Укрепление: а – около поверхность смонтированный композитные полосы; б – обручи из композитного материала из углеродного волокна

Обобщение потенциальных областей применения современных полимерных композитов представлено в таблице 1.

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

Таблица 1

Основные направления использования композиционных материалов
в промышленном строительстве

Домен Процедура изготовления	Промышленные здания
FRP структурные элементы как пультрудированные профили	Структурные системы: рамы FRP, сетки FRP, внутренние армии для бетонных и лесных элементов, предварительные бетонные элементы FRP; Укрепление элементов нагрузки из традиционных материалов (бетон, кладка, древесина, металлические элементы)
Неструктурные члены FRP как пультрудированные профили	Промышленные двери и окна, вентиляционные системы FRP и т. д.
Намоточная обмотка	Резервуары, трубы, опалубка труб для круглого бетонного литья колонны и т. Д.
Рукопадающая рука; распыление	Сложные формы для крыш, ремонт существующих компонентов, промышленные полы
Непрерывное ламинирование	Крыша и стены (конверт здания)
Инъекционное формование	Формованная решетка и ступенька с поверхностью сопротивления скольжения, коррозии и химической стойкостью и огненной защитой, используемых для морских платформ
Техника распыления	Полы промышленных зданий (ношение слоя), используя короткие волокна, такие как углерод и стекло для работы по укреплению конструкций

Выводы

Заключение данной работы на тему «Разработка и применение композитных материалов в строительстве» подводит итоги исследования, проведенного в рамках анализа различных аспектов, связанных с композитными материалами, их производством, применением, испытаниями, экономическими и экологическими аспектами, а также перспективами их развития. В ходе работы было установлено, что композитные материалы представляют собой одну из самых многообещающих категорий строительных материалов, обладающих уникальными свойствами, которые делают их незаменимыми в современных строительных проектах.

Технологии производства композитных материалов на сегодняшний день достигли значительного прогресса. Современные методы, такие как вакуумная инфузия, ручное ламинирование, а также технологии, основанные на 3D-печати, позволяют создавать высококачественные и прочные композиты, которые могут использоваться в самых различных областях строительства. Эти технологии обеспечивают не только высокую прочность и легкость материалов, но и возможность их адаптации под специфические требования каждого проекта. Например, использование углеродных волокон в сочетании с полимерными матрицами позволяет значительно увеличить прочность на сжатие и растяжение, что делает такие композиты идеальными для применения в несущих конструкциях.

Применение композитных материалов в строительстве охватывает широкий спектр задач. Они активно используются в строительстве жилых и коммерческих зданий, мостов, дорог, а также в реставрации исторических объектов. Одним из ключевых преимуществ композитов является их высокая коррозионная стойкость, что особенно важно для конструкций, подверженных воздействию агрессивных внешних факторов, таких как влага и химические вещества. Это позволяет значительно продлить срок службы строительных объектов и уменьшить затраты на их обслуживание и ремонт. Кроме того, композиты могут быть использованы для создания сложных архитектурных форм, что открывает новые горизонты для дизайнеров и архитекторов.

Однако, несмотря на все преимущества, использование композитных материалов требует тщательного контроля качества. Испытания и контроль качества композитов являются важными этапами на всех стадиях их производства и применения. В ходе работы было рассмотрено множество методов испытаний, включая механические, термические и химические тесты, которые позволяют оценить надежность и долговечность материалов. Важно отметить, что стандартизация и

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

сертификация композитов играют ключевую роль в обеспечении их безопасного использования в строительстве. Разработка и внедрение новых стандартов, а также регулярные проверки качества помогут минимизировать риски, связанные с использованием композитных материалов в строительных проектах.

Экономические аспекты использования композитных материалов также заслуживают особого внимания. Несмотря на то что первоначальные затраты на производство и применение композитов могут быть выше по сравнению с традиционными строительными материалами, их долговечность и низкие эксплуатационные расходы в долгосрочной перспективе делают их более выгодными. Проведенные расчеты показывают, что использование композитов может привести к значительной экономии средств на обслуживании и ремонте зданий. Кроме того, снижение веса конструкций позволяет сократить затраты на транспортировку и монтаж, что также положительно сказывается на общей экономической эффективности проектов.

Экологические аспекты использования композитных материалов являются еще одной важной темой, рассмотренной в работе. Современные композиты могут быть изготовлены из переработанных материалов, что способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду. Кроме того, композиты обладают высокой энергоэффективностью, что позволяет уменьшить потребление ресурсов в процессе эксплуатации зданий. Важно отметить, что при производстве композитов также необходимо учитывать экологические последствия, связанные с использованием химических веществ в качестве матриц. Разработка более экологически чистых технологий производства и использование биопластиков могут стать важными шагами к устойчивому развитию строительной отрасли.

Перспективы развития композитных материалов в строительстве выглядят весьма многообещающе. С каждым годом растет интерес к новым материалам и технологиям, которые могут улучшить качество и эффективность строительства. Внедрение инновационных решений, таких как использование наноматериалов, позволит значительно повысить характеристики композитов, а также расширить их область применения. Кроме того, развитие цифровых технологий и автоматизации в производстве композитов открывает новые возможности для создания уникальных и высокофункциональных строительных материалов.

Таким образом, можно сделать вывод, что композитные материалы играют важную роль в современном строительстве и имеют все шансы занять лидирующие позиции в этой области в будущем. Их уникальные свойства, разнообразие применения и экономические преимущества делают их привлекательными для использования в самых различных строительных проектах. Однако для полного раскрытия потенциала композитов необходимо продолжать исследования в области их производства, испытаний, а также разработки новых стандартов и технологий, которые обеспечат их безопасное и эффективное применение. Важно также учитывать экологические аспекты и стремиться к созданию устойчивых решений, которые будут способствовать не только развитию строительной отрасли, но и сохранению окружающей среды.

На основании вышеизложенного, можно утверждать, что композитные материалы не только отвечают современным требованиям строительной отрасли, но и открывают новые горизонты для инновационных решений. Их применение в строительстве — это шаг к более устойчивому и эффективному будущему, где качество, экономия и забота об экологии будут находиться в гармонии друг с другом. В заключение, следует отметить, что дальнейшее развитие композитных материалов в строительстве будет способствовать не только улучшению качества строительных объектов, но и созданию более безопасной и комфортной городской среды для будущих поколений [8].

Список литературы

1 Власенко Ф. С., Раскутин А. Е. Применение полимерных композиционных материалов в строительных конструкциях // Труды ВИАМ. — 2013. — №. 8. — С. 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-polimernyh-kompozitsionnyh-materialov-v-stroitelnyh-konstruktsiyah> (дата обращения: 12.08.2024).

2 Лукутцова Н. П. Наномодифицированные композиционные строительные материалы // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в

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

строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах. – 2015. – С. 94-100. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25562374> (дата обращения: 12.08.2024).

3 Есипов С. М. Композитные материалы для усиления строительных конструкций // Образование, наука, производство. – 2015. – С. 2475-2479. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25571884> (дата обращения: 12.08.2024)

4 Каблов Е. Н. Композиты: сегодня и завтра // Металлы Евразии. – 2015. – Т. 1. – С. 36-39. URL: https://viam.ru/sites/default/files/uploads/pdf_versiya_stati.pdf (дата обращения: 12.08.2024).

5 Ганзий Ю. В. Идентификация опасностей получения некачественной продукции из полимерного композитного материала на примере строительной композитной арматуры // Вестник ИжГТУ имени МТ Калашникова. – 2018. – Т. 21. – №. 3. – С. 13-19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35604689> (дата обращения: 12.08.2024).

6 Гиль А. И., Бадалова Е. Н., Лазовский Е. Д. Стеклопластиковая и углепластиковая арматура в строительстве: преимущества, недостатки, перспективы применения // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2015. – №. 16. – С. 48-53. URL: <https://journals.psu.by/constructions/article/view/5976> (дата обращения: 12.08.2024).

7 Дасковский М. И., Дориомедов М. С., Скрипачев С. Ю. Систематизация базисных факторов, препятствующих внедрению полимерных композиционных материалов в России (обзор) // Труды ВИАМ. – 2016. – №. 5 (41). – С. 42-50. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistematizatsiya-bazisnyh-faktorov-prepyatstvuyuschih-vnedreniyu-polimernyh-kompozitsionnyh-materialov-v-rossii-obzor> (дата обращения: 12.08.2024).

8 Дориомедов М. С. Российский и мировой рынок полимерных композитов (обзор) // Труды Виам. – 2020. – №. 6-7 (89). – С. 29-37. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskiy-i-mirovoy-rynok-polimernyh-kompozitov-obzor> (дата обращения: 12.08.2024).

Е.С. Айтбаев, Т.С.Бейсембаев

Құрылыстағы композиттік материалдарды әзірлеу және қолдану

Мақалада құрылыс саласында композиттік материалдарды жасау және қолданудың қазіргі заманғы үрдістері қарастырылады. Композиттер өздерінің жоғары беріктік, коррозияға төзімділік, жеңіл салмақ және ұзақ мерзімділік сияқты ерекше қасиеттерінің арқасында тұрғын үйден бастап өнеркәсіптік нысандар мен инфрақұрылымдық жобаларға дейінгі әртүрлі құрылыс түрлерінде барған сайын сұранысқа ие болуда. Композиттерді жасау технологиялары материалдардың механикалық сипаттамаларын жақсартуға және оларды нақты талаптарға бейімдеуге мүмкіндік береді. Мақалада композиттердің әртүрлі түрлері, олардың құрамы, өндіру әдістері мен қолдану салалары талданады. Сонымен қатар, композиттік материалдарды пайдаланудың салмақты азайту және дәстүрлі ресурстарға деген қажеттілікті азайту сияқты экологиялық артықшылықтары талқыланады.

Түйін сөздер: Композиттік материалдар, құрылыс материалдары, полимерлі композиттер, көміртек пластик, армиленген материалдар, құрылымдардың беріктігі, жеңіл құрылымдар, материалдардың экологиялық тазалығы, инновациялық материалдар, нанокompозиттер, бетонды арматуралау.

E.S. Aytbayev, T.S. Beisembaev

Development and application of composite materials in construction

The article discusses current trends in the development and application of composite materials in the construction industry. Composites, due to their unique properties such as high strength, corrosion resistance, light weight and durability, are becoming increasingly popular in various types of construction - from residential buildings to industrial facilities and infrastructure projects. Composite creation technologies allow us to improve the mechanical properties of materials and

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

adapt them to specific requirements. The article analyzes various types of composites, their composition, production methods and areas of application. It also discusses the environmental benefits of using composite materials, including reduced weight of structures and reduced need for traditional resources.

Key words: Composite materials, building materials, polymer composites, carbon fiber, reinforced materials, structural strength, lightweight structures, environmental friendliness of materials, innovative materials, nanocomposites, concrete reinforcement.

References

- 1 Vlasenko, F. S., & Raskutin, A. E. (2013). *Primenenie polimernykh kompozitsionnykh materialov v stroitel'nykh konstruktsiyakh* [Application of polymer composite materials in building structures]. *Trudy VIAM*(8), 3. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-polimernykh-kompozitsionnykh-materialov-v-stroitel'nykh-konstruktsiyah>
- 2 Lukutsova, N. P. (2015). *Nanomodifitsirovannye kompozitsionnye stroitel'nye materialy* [Nanomodified composite building materials]. *Problemy innovatsionnogo biosferno-sovmestimogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya v stroitel'nom, zhilishchno-kommunal'nom i dorozhnom kompleksakh*, p.94-100. Retrieved from <https://elibrary.ru/item.asp?id=25562374>
- 3 Esipov, S. M. (2015). *Kompozitnye materialy dlya usileniya stroitel'nykh konstruktsiy* [Composite materials for strengthening building structures]. *Obrazovanie, nauka, proizvodstvo*, p. 2475-2479. Retrieved from <https://elibrary.ru/item.asp?id=25571884>
- 4 Kablov, E. N. (2015). *Kompozity: segodnya i zavtra* [Composites: Today and Tomorrow]. *Metally Evrazii*, 1, 36-39. Retrieved from https://viam.ru/sites/default/files/uploads/pdf_versiya_statii.pdf
- 5 Ganzii, Y. V. (2018). *Identifikatsiya opasnostey polucheniya nekachestvennoy produktsii iz polimernogo kompozitnogo materiala na primere stroitel'noy kompozitnoy armatury* [Identification of the risks of poor-quality polymer composite material products on the example of building composite reinforcement]. *Vestnik Izhevskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta imeni M.T. Kalashnikova*, 21(3), 13-19. Retrieved from <https://elibrary.ru/item.asp?id=35604689>
- 6 Gil', A. I., Badalova, E. N., & Lazovskii, E. D. (2015). *Stekloplastikovaya i ugleplastikovaya armatura v stroitel'stve: preimushchestva, nedostatki, perspektivy primeneniya* [Fiberglass and carbon fiber reinforcement in construction: advantages, disadvantages, application prospects]. *Vestnik Polotskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya F. Stroitel'stvo. Prikladnye Nauki*, 16, p. 48-53. Retrieved from <https://journals.psu.by/constructions/article/view/5976>
- 7 Daskovskii, M. I., Doriomedov, M. S., & Skripachev, S. Y. (2016). *Sistematsiya bazisnykh faktorov, prepyatstvuyushchikh vnedreniyu polimernykh kompozitsionnykh materialov v Rossii (obzor)* [Systematization of basic factors hindering the adoption of polymer composite materials in Russia (overview)]. *Trudy VIAM*, 5(41), 42-50. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/sistematzatsiya-bazisnykh-faktorov-prepyatstvuyushchih-vnedreniyu-polimernykh-kompozitsionnykh-materialov-v-rossii-obzor>
- 8 Doriomedov, M. S. (2020). *Rossiyskiy i mirovoy rynek polimernykh kompozitov (obzor)* [Russian and global market for polymer composites (overview)]. *Trudy VIAM*, 6-7(89), p. 29-37. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskiy-i-mirovoy-rynek-polimernykh-kompozitov-obzor>

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

МРНТИ: 62.13

УДК: 621.3

А.Г. Бурумбаев

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
(E-mail: a.burumbaev@tttu.edu.kz)*

Машиностроение и инженерный анализ: новые инструменты моделирования

В статье рассматриваются современные инструменты моделирования, применяемые в машиностроении и инженерном анализе. Особое внимание уделено интеграции цифровых технологий, таких как вычислительная гидродинамика (CFD), метод конечных элементов (FEM) и мультифизические симуляции, которые способствуют повышению точности проектирования и снижению затрат на разработку. Описаны преимущества применения искусственного интеллекта и машинного обучения для оптимизации инженерных процессов. Рассматриваются перспективы использования облачных платформ для коллективного моделирования и обмена данными. Проведен анализ новейших программных комплексов, таких как ANSYS, SolidWorks, Siemens NX и их функциональных возможностей. Делается вывод о ключевой роли инженерного анализа в ускорении инноваций и адаптации машиностроения к вызовам цифровой эпохи.

Ключевые слова: машиностроение, инженерный анализ, моделирование, вычислительная гидродинамика (CFD), метод конечных элементов (FEM), мультифизические симуляции, цифровые технологии, искусственный интеллект, машинное обучение, оптимизация, облачные платформы, программное обеспечение, инновации, цифровая эпоха.

Введение

Современные инструменты моделирования в машиностроении и инженерном анализе активно изучаются учеными по всему миру, которые внесли значительный вклад в развитие этой области. Среди них выделяется Джон С. Андерсон, чьи исследования в области вычислительной гидродинамики (CFD) и фундаментальный труд «Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications» стали основой для анализа потоков в аэрокосмической и автомобильной отраслях. Клаус-Юрген Батце благодаря своей работе «Finite Element Procedures» оказал огромное влияние на развитие метода конечных элементов (FEM), который широко применяется в проектировании и анализе конструкций.

Важные исследования в области аддитивных технологий и мультифизических симуляций принадлежат Дженнифер А. Льюис, которая занимается внедрением новых материалов и 3D-печати для создания сложных инженерных решений. Стивен Уолффорд разработал платформу Wolfram Mathematica, которая используется для математического моделирования и симуляций, что делает ее незаменимой в инженерных расчетах [1].

В России значительный вклад внесли Дмитрий А. Индейкин, изучающий применение FEM для анализа прочности и устойчивости конструкций, и Василий В. Журавлев, работы которого посвящены мультифизическим симуляциям при проектировании энергетических установок. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в машиностроении исследуется Сунил Кумаром, который разрабатывает ИИ-модели для прогнозирования и оптимизации поведения инженерных систем. В свою очередь, Майкл С. Шоу изучает цифровые фабрики и использование облачных технологий, таких как цифровые двойники, для повышения эффективности управления машиностроительными проектами. Работы этих ученых стали фундаментом для развития современных инструментов моделирования, которые сегодня позволяют решать сложные инженерные задачи, оптимизировать конструкции и ускорять разработку инновационных решений в условиях цифровой трансформации машиностроения.

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

Методы и материалы

Современное машиностроение переживает период стремительных изменений, связанных с внедрением цифровых технологий и повышением уровня автоматизации.

Развитие инженерного анализа и моделирования позволяет значительно ускорить процессы проектирования, снизить затраты на прототипирование и повысить точность конечных продуктов. Такие технологии, как вычислительная гидродинамика (CFD), метод конечных элементов (FEM) и мультифизические симуляции, стали неотъемлемой частью современного инженерного инструментария, предлагая уникальные возможности для исследования и оптимизации сложных технических систем. Рассмотрим примеры, иллюстрирующие применение упомянутых технологий [2]:

1. Вычислительная гидродинамика (CFD): в аэрокосмической отрасли CFD используется для оптимизации аэродинамики самолетов, таких как Boeing 787 Dreamliner. CFD позволяет моделировать потоки воздуха вокруг конструкции самолета, что помогает минимизировать сопротивление и повысить топливную эффективность. В автомобильной промышленности CFD применяется для проектирования систем охлаждения двигателей и улучшения аэродинамики автомобилей, как, например, в моделях Tesla.

2. Метод конечных элементов (FEM): в строительстве и машиностроении FEM помогает анализировать устойчивость мостов или устойчивость конструкций машин при нагрузках. Например, в процессе проектирования грузоподъемных кранов FEM позволяет точно рассчитать распределение напряжений и предотвратить разрушение. В медицинской технике FEM используется для моделирования биомеханики протезов и имплантатов, обеспечивая их надежность и долговечность.

3. Мультифизические симуляции: в энергетике такие симуляции применяются при проектировании турбин для гидроэлектростанций, где учитываются как механические нагрузки, так и тепловые воздействия. В электронике мультифизические модели используются для проектирования микросхем и радиочастотных устройств, например, для обеспечения их стабильной работы при нагреве.

Рисунок 1 иллюстрирует распределение применения технологий моделирования (CFD, FEM и мультифизических симуляций) в различных областях. Она наглядно показывает, как каждое направление находит применение в машиностроении и смежных отраслях [3].

Распределение применения технологий моделирования

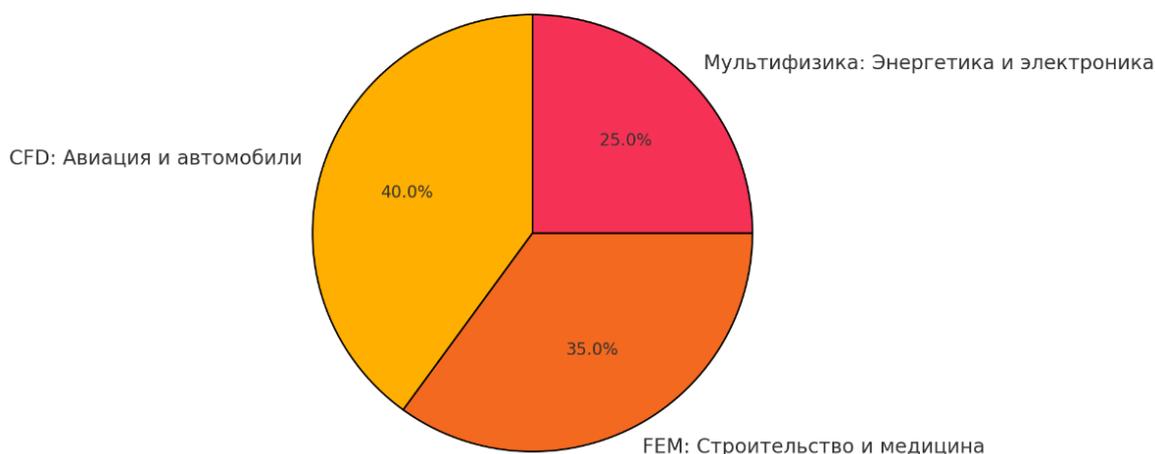


Рисунок 1. Распределение применения технологий моделирования (CFD, FEM и мультифизических симуляций) в различных областях.

Данная диаграмма наглядно демонстрирует распределение применения современных технологий моделирования в различных отраслях машиностроения и инженерного анализа.

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

– Наибольшую долю занимает вычислительная гидродинамика (CFD), широко применяемая в авиации и автомобильной промышленности для оптимизации аэродинамики и повышения топливной эффективности.

– Метод конечных элементов (FEM) также занимает значительное место, особенно в строительстве и медицинской технике, где он используется для анализа нагрузок и обеспечения надежности конструкций и устройств.

– Мультифизические симуляции имеют меньшую, но все же важную долю. Они находят применение в энергетике для проектирования турбин и в электронике для разработки микросхем и других устройств, работающих в сложных условиях [4].

Это подчеркивает значимость интеграции цифровых технологий и моделирования в машиностроении для создания высокоточных, надежных и инновационных решений.

Наряду с традиционными подходами, все большее распространение получают искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение, которые позволяют прогнозировать поведение систем, выявлять слабые места конструкции и автоматизировать рутинные процессы. Эти технологии в сочетании с облачными платформами и мощными программными комплексами, такими как ANSYS, SolidWorks и Siemens NX, открывают новые горизонты для коллективной работы, управления данными и ускорения разработки. Примеры применения искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения и облачных платформ в машиностроении [5]:

1 Прогнозирование отказов оборудования: General Electric использует ИИ для анализа работы турбин. На основе данных о вибрациях, температуре и нагрузках, модели машинного обучения прогнозируют возможные поломки и рекомендуют профилактические меры. Siemens внедрил ИИ в систему предиктивного обслуживания промышленных роботов, что позволяет минимизировать простой на производстве.

2 Оптимизация конструкций: Autodesk использует генеративный дизайн, где ИИ анализирует параметры (нагрузки, материал, размер) и предлагает оптимизированные конструкции. Например, легкие и прочные детали создаются для авиационной техники.

3 Автоматизация проектирования: BMW применяет машинное обучение для автоматизации процесса проектирования компонентов автомобиля. Это ускоряет разработку новых моделей и снижает количество ошибок [6].

В свете этих тенденций возрастает необходимость в изучении и внедрении современных инструментов моделирования, способных удовлетворить потребности машиностроения в условиях цифровой трансформации.

Современные цифровые технологии стали ключевым элементом инноваций в машиностроении, предоставляя эффективные инструменты для решения сложных инженерных задач. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения и облачных платформ кардинально изменило подход к проектированию, производству и управлению. Эти технологии значительно повышают производительность, уменьшают затраты и минимизируют человеческий фактор в рутинных процессах.

Программные комплексы и их преимущества

Программные комплексы, такие как ANSYS, SolidWorks и Siemens NX, предоставляют инженерам мощные средства для анализа, моделирования и разработки инновационных решений. Их функционал постоянно расширяется за счет интеграции новых технологий:

– ANSYS: используется для сложных инженерных симуляций, включая тепловые, механические и аэродинамические расчеты. Например, при проектировании авиационных двигателей ANSYS позволяет выявить критические зоны и провести оптимизацию конструкции.

– SolidWorks: популярный инструмент для 3D-моделирования, который интегрирует функции генеративного дизайна. Это особенно полезно для разработки сложных механизмов и компонентов, требующих точного соответствия эксплуатационным требованиям.

– Siemens NX: комплексный инструмент для разработки, симуляции и управления проектами, активно применяемый в автомобильной и аэрокосмической промышленности. Он обеспечивает гибкость и ускоряет цикл разработки [7].

Преимущества облачных технологий

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

Облачные платформы играют важную роль в управлении данными и организации коллективной работы. Преимущества их использования включают [8]:

1. Централизованное хранение данных: упрощает доступ к проектам и снижает вероятность потери информации.
2. Масштабируемость: позволяет подключать дополнительные вычислительные мощности для работы с большими симуляциями.
3. Совместная работа: инженерные команды из разных регионов могут вносить изменения и отслеживать процесс в режиме реального времени.

Примером эффективного использования облачных технологий является платформа Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE, которая интегрирует все этапы жизненного цикла продукта — от концепции до эксплуатации.

Интеграция ИИ и машинного обучения [9]

ИИ и машинное обучение открывают новые возможности в машиностроении:

- Оптимизация сложных систем: например, генеративный дизайн помогает находить оптимальные формы и материалы для деталей.
- Предиктивное обслуживание: анализ больших данных позволяет прогнозировать выход оборудования из строя и предотвращать аварии.
- Автоматизация рутинных задач: ускоряет проектирование, моделирование и внесение изменений.

Перспективы развития

С учетом развития технологий можно выделить несколько ключевых направлений:

1. Дальнейшая цифровизация: переход к полностью цифровым фабрикам, где все процессы контролируются ИИ.
2. Устойчивое развитие: использование симуляций для разработки экологически чистых и энергоэффективных решений.
3. Расширение возможностей симуляции: внедрение квантовых вычислений для решения задач, требующих огромных вычислительных мощностей.

Тем самым, цифровые технологии, включая ИИ, машинное обучение и облачные платформы, становятся неотъемлемой частью современной инженерной практики. Они открывают новые горизонты для машиностроения, помогая решать сложные задачи с высокой точностью и минимальными затратами. Для успешной реализации потенциала этих технологий важно продолжать исследования и активно внедрять их в производственные процессы [10].

Результаты и обсуждение

Современные инструменты моделирования играют ключевую роль в развитии машиностроения и инженерного анализа. Интеграция технологий, таких как вычислительная гидродинамика (CFD), метод конечных элементов (FEM) и мультифизические симуляции, позволяет решать сложные инженерные задачи с высокой точностью и эффективностью. Эти подходы существенно сокращают время проектирования, минимизируют затраты на прототипирование и снижают риск ошибок [11].

Наряду с традиционными методами, искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение открывают новые возможности для прогнозирования поведения систем, оптимизации конструкций и автоматизации рутинных процессов. В сочетании с облачными платформами и мощными программными комплексами, такими как ANSYS, SolidWorks и Siemens NX, эти технологии обеспечивают коллективную работу, централизованное управление данными и повышение скорости разработки.

Выводы

В условиях цифровой трансформации машиностроение стоит на пороге значительных изменений. Дальнейшее развитие и внедрение современных инструментов моделирования позволит отрасли не только адаптироваться к вызовам времени, но и создать инновационные решения, отвечающие

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

требованиям будущего. Это подчеркивает важность исследований в данной области и необходимость подготовки специалистов, обладающих компетенциями в использовании этих технологий.

Инженерный анализ и моделирование становятся основой для ускорения инноваций, повышения конкурентоспособности и устойчивого развития машиностроения в условиях цифровой эпохи [12].

Список литературы

- 1 Anderson, J. D. Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications. – McGraw Hill Education, 1995.
- 2 Bathe, K.-J. Finite Element Procedures. – Prentice Hall, 1996.
- 3 Lewis, J. A., Ahn, B. Y. «Three-Dimensional Printed Electronics» // Nature, 2015, 518(7537). – С. 42-49.
- 4 Wolfram, S. The Mathematica Book. – Wolfram Media, 2003.
- 5 Indiekina, D. A. «Применение метода конечных элементов для анализа прочности конструкции» // Inzhenernyi zhurnal: nauka i innovatsii, 2018, 3(5). – С. 12-18.
- 6 Zhuravlev, V. V. «Multifizicheskie simulatsii pri proektirovanii energeticheskikh ustanovok» // Energetika budushchego, 2020, 45(8). – С. 34-41.
- 7 Kumar, S., Gupta, R. «Artificial Intelligence in Mechanical Engineering: Applications and Future Trends» // International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, 2021, 10(4). – P. 300-312.
- 8 Shaw, M. C. «Digital Twins in Manufacturing: Challenges and Opportunities» // Journal of Manufacturing Systems, 2019, 50. – P. 78–84.
- 9 Dassault Systèmes. 3DEXPERIENCE Platform Overview. Retrieved from www.3ds.com, 2022.
- 10 Siemens PLM Software. Siemens NX: Comprehensive CAD, CAM, and CAE. Retrieved from www.plm.automation.siemens.com, 2021.
- 11 ANSYS. ANSYS Software Capabilities for Engineering Analysis. Retrieved from www.ansys.com, 2022.
- 12 SolidWorks Corporation. SolidWorks: Tools for 3D Design and Simulation. Retrieved from www.solidworks.com, 2021.

А.Г. Бурумбаев

Машина жасау және инженерлік талдау: жаңа модельдеу құралдары

Мақалада машина жасау мен инженерлік талдауда қолданылатын заманауи модельдеу құралдары қарастырылады. Есептеу гидродинамикасы (CFD), ақырлы элементтер әдісі (FEM) және мультифизикалық модельдеу сияқты цифрлық технологияларды біріктіруге баса назар аударылады, бұл дизайн дәлдігін жақсартуға және даму шығындарын азайтуға ықпал етеді. Инженерлік процестерді оңтайландыру үшін жасанды интеллект пен машиналық оқытуды қолданудың артықшылықтары сипатталған. Ұжымдық модельдеу және деректер алмасу үшін бұлттық платформаларды пайдалану перспективалары қарастырылады. ANSYS, SolidWorks, Siemens NX сияқты соңғы бағдарламалық жасақтама кешендеріне және олардың функционалдығына талдау жасалды. Инженерлік талдаудың инновацияларды жеделдетудегі және машина жасауды цифрлық дәуірдің сын-қатерлеріне бейімдеудегі негізгі рөлі туралы қорытынды жасалады.

Түйін сөздер: машина жасау, инженерлік талдау, модельдеу, есептеу гидродинамикасы (CFD), ақырлы элемент әдісі (FEM), мультифизикалық модельдеу, цифрлық технология, жасанды интеллект, Машиналық оқыту, оңтайландыру, бұлттық платформалар, бағдарламалық қамтамасыз ету, инновация, цифрлық дәуір.

A.G. Burumbaev

Mechanical Engineering and Engineering Analysis: New Modeling Tools

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

The article explores modern modeling tools used in mechanical engineering and engineering analysis. Particular attention is given to the integration of digital technologies such as computational fluid dynamics (CFD), the finite element method (FEM), and multiphysics simulations, which enhance design accuracy and reduce development costs. The advantages of applying artificial intelligence and machine learning for optimizing engineering processes are described. The prospects of using cloud platforms for collaborative modeling and data sharing are discussed. An analysis of the latest software solutions, including ANSYS, SolidWorks, and Siemens NX, and their functionalities is provided. The article concludes with the pivotal role of engineering analysis in accelerating innovation and adapting mechanical engineering to the challenges of the digital era.

Keywords: mechanical engineering, engineering analysis, modeling, computational fluid dynamics (CFD), finite element method (FEM), multiphysics simulations, digital technologies, artificial intelligence, machine learning, optimization, cloud platforms, software, innovation, digital era.

References

- 1 Anderson, J. D. Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications. – McGraw Hill Education, 1995.
- 2 Bathe, K.-J. Finite Element Procedures. – Prentice Hall, 1996.
- 3 Lewis, J. A., Ahn, B. Y. «Three-Dimensional Printed Electronics» // Nature, 2015, 518(7537). – С. 42-49.
- 4 Wolfram, S. The Mathematica Book. – Wolfram Media, 2003.
- 5 Indieikin, D. A. «Primenenie metoda konechnykh elementov dlia analiza prochnosti konstruksii» // Inzhenernyi zhurnal: nauka i innovatsii, 2018, 3(5). – S. 12-18.
- 6 Zhuravlev, V. V. «Multifizicheskie simulatsii pri proektirovanii energeticheskikh ustanovok» // Energetika budushchego, 2020, 45(8). – S. 34-41.
- 7 Kumar, S., Gupta, R. «Artificial Intelligence in Mechanical Engineering: Applications and Future Trends» // International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research, 2021, 10(4). – P. 300-312.
- 8 Shaw, M. C. «Digital Twins in Manufacturing: Challenges and Opportunities» // Journal of Manufacturing Systems, 2019, 50. – P. 78–84.
- 9 Dassault Systèmes. 3DEXPERIENCE Platform Overview. Retrieved from www.3ds.com, 2022.
- 10 Siemens PLM Software. Siemens NX: Comprehensive CAD, CAM, and CAE. Retrieved from www.plm.automation.siemens.com, 2021.
- 11 ANSYS. ANSYS Software Capabilities for Engineering Analysis. Retrieved from www.ansys.com, 2022.
- 12 SolidWorks Corporation. SolidWorks: Tools for 3D Design and Simulation. Retrieved from www.solidworks.com, 2021.

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

МРНТИ 681.3
УДК: 62.001.3

М.А. Алдабаев

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

Разработка экологичных транспортных систем на базе водородных технологий

В статье рассматриваются возможности создания экологически чистых транспортных систем на основе водородных технологий. Проведен анализ водорода как устойчивого энергетического носителя, исследованы современные достижения и проблемы, связанные с внедрением водородных транспортных средств. Особое внимание уделено развитию инфраструктуры для поддержки водородного транспорта и перспективам его массового применения. Даны рекомендации по эффективной интеграции водородных технологий, что может способствовать снижению углеродных выбросов и обеспечению устойчивого развития транспортной отрасли.

Ключевые слова: водородные технологии, устойчивый транспорт, экологически чистая энергия, водородные топливные элементы, инфраструктура водородного транспорта, снижение углеродных выбросов.

Введение

Введение к данной статье на тему «Развитие экологически чистых транспортных систем на основе водородных технологий» представляет собой важный этап в исследовании, посвященном одной из самых актуальных проблем современности – необходимости перехода к устойчивым и экологически безопасным методам передвижения. В условиях глобальных изменений климата и ухудшения экологической ситуации в мире, создание эффективных транспортных систем, основанных на возобновляемых источниках энергии, становится не только приоритетной задачей, но и необходимостью для обеспечения устойчивого развития общества.

Водород, как универсальный и чистый энергетический носитель, привлекает все большее внимание ученых, инженеров и политиков. Он может служить альтернативой традиционным ископаемым видам топлива, которые наносят значительный вред окружающей среде. Водородные технологии предлагают возможность значительно снизить выбросы углекислого газа и других загрязняющих веществ, что делает их привлекательными для использования в различных секторах экономики, особенно в транспорте. Водородные топливные элементы, которые преобразуют химическую энергию водорода в электрическую, представляют собой один из самых перспективных способов обеспечения экологически чистого передвижения [1].

Современные транспортные системы сталкиваются с рядом вызовов, таких как растущее население, урбанизация, необходимость сокращения выбросов парниковых газов и зависимости от ископаемых видов топлива. В этом контексте водородные технологии могут сыграть ключевую роль. Однако, несмотря на очевидные преимущества, внедрение водородных транспортных систем сопряжено с определенными трудностями. Это и необходимость создания соответствующей инфраструктуры, и высокие затраты на производство и хранение водорода, и отсутствие достаточной осведомленности среди потребителей о преимуществах водородного транспорта.

В рамках данной статьи было рассмотрено текущее состояние водородных технологий в сфере транспорта, проанализируем их преимущества и вызовы, с которыми они сталкиваются на пути к массовому внедрению. Немаловажное внимание уделяется вопросам инфраструктурного обеспечения водородного транспорта, которое является одним из ключевых факторов, определяющих успешность реализации водородных технологий. В заключительной части, рассматриваются перспективы развития

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

водородных транспортных систем и предлагаются рекомендации по их внедрению, которые опираются на успешные примеры из различных стран и регионов.

Данная статья состоит из нескольких частей, каждая из которых посвящена отдельному аспекту статьи. В первой части подробно рассматривается водород как устойчивый энергетический носитель, его преимущества по сравнению с традиционными источниками энергии и его роль в контексте глобальных усилий по борьбе с изменением климата. Во второй части проведен анализ текущего состояния водородных технологий в транспорте, включая существующие модели водородных автомобилей, автобусов и других транспортных средств, а также представлены примеры успешных проектов и инициатив в этой области.

Третья часть посвящена преимуществам и вызовам, связанным с водородными транспортными средствами. Мы обсудим, какие выгоды могут получить потребители и общество в целом от перехода на водородный транспорт, а также какие барьеры необходимо преодолеть для достижения массового внедрения.

Цель данного исследования заключается в разработке экологически чистых транспортных систем на основе водородных технологий, что является актуальной задачей в контексте глобальных усилий по сокращению углеродных выбросов и переходу на устойчивые источники энергии. В рамках статьи ставятся задачи анализа водорода как устойчивого энергетического носителя, оценки текущего состояния технологий водородного транспорта, выявления преимуществ и вызовов, связанных с использованием водородных автомобилей, а также разработки рекомендаций по созданию необходимой инфраструктуры для водородных транспортных систем. Исследование также нацелено на определение перспектив внедрения водородных технологий в транспортный сектор, что может способствовать более широкому распространению экологически чистых решений в этой области [2].

Методы и материалы

Для исследования применялся системный анализ литературы, посвященной водородным технологиям, их применению в транспортной сфере, а также анализ существующих моделей водородных транспортных средств. Методика включала сравнительный анализ характеристик водорода с другими источниками энергии, оценку экологических и экономических аспектов, а также изучение успешных примеров внедрения водородных технологий.

Для проведения исследования использовался комплексный подход, который позволил рассмотреть водородные технологии в транспортной сфере с разных точек зрения: технической, экономической и экологической.

Основой методологии стал системный анализ литературы, посвященной современным достижениям в области водородных технологий, их внедрению в транспортные системы и перспективам развития. Были проанализированы как научные публикации, так и отраслевые отчеты, чтобы охватить широкий спектр источников информации и получить объективное представление о текущем состоянии технологий.

Особое внимание уделялось анализу существующих моделей водородных транспортных средств, включая автомобили, автобусы и грузовики. Эти транспортные средства исследовались с точки зрения их энергоэффективности, экологичности, экономической целесообразности и уровня технологической готовности.

Сравнительный анализ характеристик водорода с другими источниками энергии, такими как бензин, дизельное топливо и электрические батареи, позволил определить преимущества и недостатки водорода в контексте его применения в транспорте.

Также проводилась оценка экологических аспектов использования водорода. Изучались данные о выбросах углекислого газа и других загрязняющих веществ при производстве и использовании водорода.

Рассматривались технологии производства водорода, включая паровой риформинг природного газа и электролиз воды с использованием возобновляемых источников энергии. Были выявлены экологические преимущества «зеленого» водорода, а также определены ограничения и риски, связанные с его производством и использованием.

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

Экономическая составляющая исследования включала анализ затрат на производство, хранение и транспортировку водорода, а также оценку стоимости создания инфраструктуры для его использования в транспортной сфере.

Рассматривались модели финансирования и государственные инициативы, направленные на поддержку водородных технологий, включая субсидии, налоговые льготы и стимулирующие программы [3].

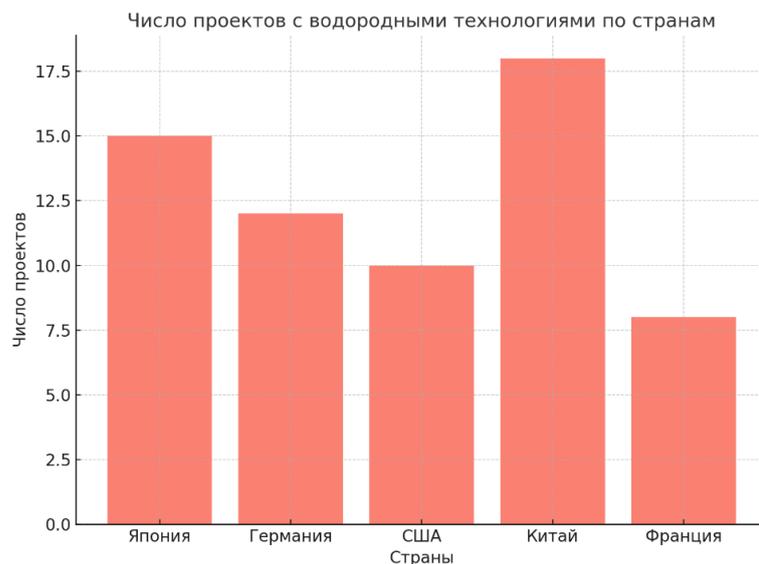


Рисунок 1. Число проектов с водородными технологиями по странам

Для изучения успешных примеров внедрения водородных технологий были проанализированы проекты из различных стран и регионов. Внимание уделялось ключевым факторам, способствующим успеху этих проектов, таким как наличие развитой инфраструктуры, государственная поддержка, участие частного сектора и инновационные подходы к реализации проектов. Эти примеры позволили выделить лучшие практики, которые могут быть использованы для внедрения водородных транспортных систем в других странах.

Кроме того, в рамках исследования рассматривались перспективы развития водородных технологий в транспортной сфере. Для этого проводился анализ прогнозов и тенденций, представленных в научных публикациях и отраслевых отчетах.

Исследование включало изучение таких направлений, как развитие инфраструктуры заправочных станций, улучшение технологий хранения и транспортировки водорода, а также снижение стоимости его производства.

Применение системного подхода и использование различных методов анализа позволили получить целостное представление о состоянии и перспективах водородных технологий в транспорте. Такой подход обеспечил всесторонний обзор ключевых аспектов темы и позволил сформулировать рекомендации для эффективного внедрения водородных транспортных систем [4].

Результаты исследования

В процессе исследования было выявлено, что водородные технологии обладают значительным потенциалом для трансформации транспортной сферы в направлении ее устойчивого и экологически чистого развития. Использование водорода в качестве энергетического носителя может существенно сократить выбросы углекислого газа и других загрязняющих веществ, что делает его ключевым компонентом в стратегии борьбы с изменением климата.

При сжигании водорода или его использовании в топливных элементах выделяется лишь вода, что полностью исключает углеродные выбросы в атмосферу. Это открывает возможности для

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

значительного улучшения экологической ситуации, особенно в городских районах с высоким уровнем загрязнения воздуха [5].

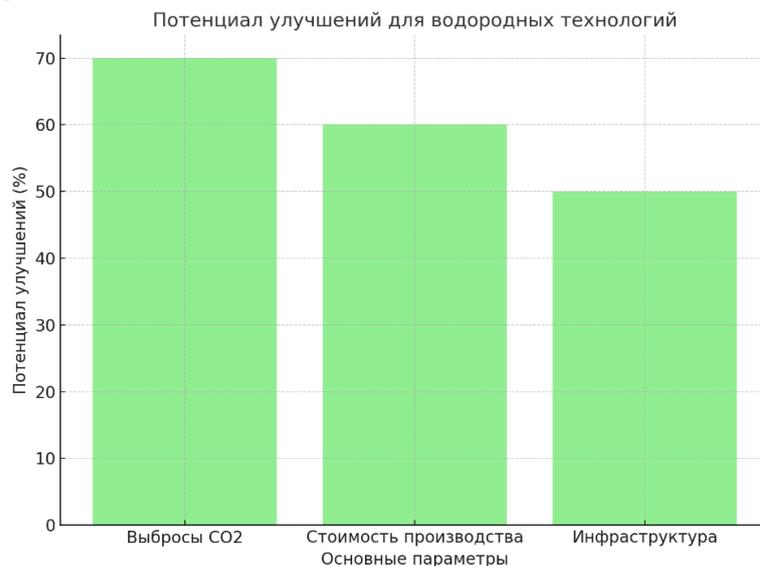


Рисунок 2. Потенциал улучшений для водородных технологий

Анализ текущего состояния водородных технологий в транспорте показал, что существует несколько моделей водородных транспортных средств, включая автомобили, автобусы и грузовики, которые уже активно используются в различных странах. Однако их широкомасштабное внедрение остается ограниченным из-за ряда факторов.

Одной из главных проблем является недостаточно развитая инфраструктура для производства, хранения и распределения водорода. Создание сети заправочных станций и логистических цепочек для транспортировки водорода требует значительных инвестиций и координации между государственными структурами и частным сектором.

Еще одним важным вызовом является высокая стоимость производства водорода, особенно «зеленого» водорода, который производится с использованием возобновляемых источников энергии. Технологии, такие как электролиз воды, демонстрируют высокую экологическую эффективность, но пока остаются дорогими и требуют дальнейшего совершенствования для снижения затрат.

В настоящее время большая часть водорода производится методом парового реформинга природного газа, который, хотя и экономически выгоден, сопровождается значительными выбросами углекислого газа.

Таким образом, переход к более экологически чистым методам производства водорода является одной из ключевых задач для достижения углеродной нейтральности.

Исследование также выявило вопросы безопасности, связанные с использованием водорода. Из-за высокой воспламеняемости и легкости водорода его хранение и транспортировка требуют специальных условий и технологий, что добавляет сложности и увеличивает затраты. Разработка инновационных решений для повышения безопасности водородной инфраструктуры и снижения рисков является важным направлением для дальнейших исследований (Рисунок 3).

Перспективные направления для развития водородных транспортных систем включают в себя создание более эффективных технологий производства водорода, улучшение методов его хранения и транспортировки, а также развитие инфраструктуры заправочных станций. Использование возобновляемых источников энергии для производства водорода может стать важным шагом на пути к снижению углеродного следа транспортной отрасли. Внедрение водородных технологий требует активного сотрудничества между государственными органами, научным сообществом и частным сектором, а также принятия нормативных актов, направленных на поддержку инноваций в этой области.

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

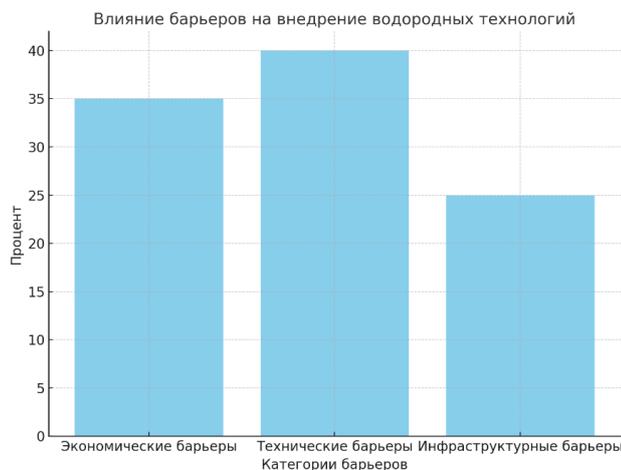


Рисунок 3. Влияние барьеров на внедрение водородных технологий

Результаты исследования подчеркивают необходимость комплексного подхода к разработке и внедрению водородных транспортных систем. Несмотря на существующие вызовы, водород обладает огромным потенциалом для формирования устойчивых транспортных решений, способствующих улучшению экологической ситуации, снижению углеродных выбросов и повышению энергоэффективности. Успешное преодоление барьеров на пути к широкомасштабному внедрению водородных технологий может стать важным шагом в достижении глобальных целей устойчивого развития и создания экологически чистого будущего [6].

Выводы

Водородные технологии представляют собой перспективное решение для перехода к экологически чистому транспорту и способствуют реализации глобальных усилий по снижению углеродных выбросов. Их использование в транспортной сфере открывает широкие возможности для создания устойчивых систем, которые минимизируют вредное воздействие на окружающую среду. Однако, несмотря на значительный потенциал, массовое внедрение водородных технологий сталкивается с рядом экономических, технических и инфраструктурных барьеров, которые необходимо преодолеть для их успешной интеграции в транспортную отрасль.

Одной из ключевых задач является развитие инфраструктуры для производства, хранения и распределения водорода. Это включает в себя создание сети водородных заправочных станций, совершенствование технологий транспортировки и внедрение систем безопасности, которые соответствуют высоким стандартам. Эти меры требуют значительных инвестиций, что делает государственную поддержку и привлечение частного капитала важным условием для реализации подобных проектов. Кроме того, необходимо внедрение стимулирующих программ и субсидий, которые позволят снизить затраты на производство «зеленого» водорода, сделав его более доступным и конкурентоспособным [7].

Технические барьеры также играют существенную роль в процессе интеграции водородных технологий. Современные методы производства водорода, такие как электролиз воды, обладают высоким потенциалом, однако их экономическая эффективность остается низкой. Это требует активных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на улучшение технологий и снижение затрат. Инновации в области хранения водорода, включая разработку новых материалов и систем, могут существенно повысить его доступность и безопасность, что, в свою очередь, ускорит процесс его внедрения.

Популяризация водородных технологий среди населения и бизнеса является еще одним важным направлением. Повышение уровня осведомленности о преимуществах водородного транспорта, его экологической и экономической эффективности может способствовать увеличению спроса на подобные решения. Успешные примеры применения водородных технологий в различных странах

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

мира, такие как водородные автобусы и грузовые автомобили, демонстрируют их жизнеспособность и потенциал для масштабного внедрения.

Результаты исследования подчеркивают необходимость скоординированных усилий всех заинтересованных сторон — правительств, научного сообщества, частного сектора и международных организаций. Только объединение ресурсов и знаний позволит преодолеть существующие барьеры и создать благоприятные условия для развития водородных технологий. Введение единых стандартов, развитие международного сотрудничества и обмен опытом могут стать важными элементами в этом процессе.

Создание экологически чистого транспорта на основе водородных технологий не только способствует улучшению качества жизни, но и открывает новые возможности для экономического роста, создания рабочих мест и снижения зависимости от ископаемого топлива. Водородные технологии имеют потенциал стать ключевым элементом в борьбе с изменением климата и достижении углеродной нейтральности. Однако их успешное внедрение требует комплексного подхода, включающего инвестиции, инновации, политическую поддержку и активное вовлечение общества. Эти усилия могут стать важным шагом на пути к созданию устойчивого и экологически чистого будущего для всех [8].

Список литературы

- 1 Ahmed, A. et al. Hydrogen fuel and transport system: A sustainable and environmental future // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2016. – Т. 41. – № 3. – С. 1369-1380. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036031991530625X>
- 2 Balat, M. Potential importance of hydrogen as a future solution to environmental and transportation problems // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2008. – Т. 33. – № 15. – С. 4013-4029. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319908005272>
- 3 Beschkov, V., Ganev, E. Perspectives on the Development of Technologies for Hydrogen as a Carrier of Sustainable Energy // *Energies*. – 2023. – Т. 16. – № 17. – С. 6108. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/17/6108>
- 4 Bethoux, O. Hydrogen fuel cell road vehicles and their infrastructure: An option towards an environmentally friendly energy transition // *Energies*. – 2020. – Т. 13. – № 22. – С. 6132. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/22/6132>
- 5 Dash, S. K. et al. Hydrogen fuel for future mobility: Challenges and future aspects // *Sustainability*. – 2022. – Т. 14. – № 14. – С. 8285. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/14/8285>
- 6 Hassan, Q. et al. Hydrogen energy future: Advancements in storage technologies and implications for sustainability // *Journal of Energy Storage*. – 2023. – Т. 72. – С. 108404. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X23018017>
- 7 Hosseini, S. E., Butler, B. An overview of development and challenges in hydrogen powered vehicles // *International Journal of Green Energy*. – 2020. – Т. 17. – № 1. – С. 13-37. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15435075.2019.1685999>
- 8 Kamran, M., Turzyński, M. Exploring hydrogen energy systems: A comprehensive review of technologies, applications, prevailing trends, and associated challenges // *Journal of Energy Storage*. – 2024. – Т. 96. – С. 112601. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X2402187X>

М.А. Алдабаев

Сутектік технологияларға негізделген экологиялық таза көлік жүйелерін әзірлеу

Мақалада сутектік технологияларға негізделген экологиялық таза көлік жүйелерін құру мүмкіндіктері қарастырылады. Сутекті тұрақты энергетикалық тасымалдаушы ретінде талдау жүргізілді, сутектік көлік құралдарын енгізуге байланысты заманауи жетістіктер мен проблемалар зерттелді. Сутектік көлікті қолдау инфрақұрылымын дамытуға және оны кеңінен қолдану перспективаларына ерекше назар аударылды. Сутектік технологияларды

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

тиімді интеграциялау бойынша ұсыныстар берілді, бұл көміртегі шығарындыларын азайтуға және көлік саласының тұрақты дамуын қамтамасыз етуге ықпал етуі мүмкін.

Түйін сөздер: сутектік технологиялар, тұрақты көлік, экологиялық таза энергия, сутектік отын элементтері, сутектік көлік инфрақұрылымы, көміртегі шығарындыларын азайту.

References

- 1 Ahmed, A. et al. Hydrogen fuel and transport system: A sustainable and environmental future // International Journal of Hydrogen Energy. – 2016. – Т. 41. – № 3. – С. 1369-1380. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036031991530625X>
- 2 Balat, M. Potential importance of hydrogen as a future solution to environmental and transportation problems // International Journal of Hydrogen Energy. – 2008. – Т. 33. – № 15. – С. 4013-4029. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319908005272>
- 3 Beschkov, V., Ganev, E. Perspectives on the Development of Technologies for Hydrogen as a Carrier of Sustainable Energy // Energies. – 2023. – Т. 16. – № 17. – С. 6108. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/17/6108>
- 4 Bethoux, O. Hydrogen fuel cell road vehicles and their infrastructure: An option towards an environmentally friendly energy transition // Energies. – 2020. – Т. 13. – № 22. – С. 6132. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/22/6132>
- 5 Dash, S. K. et al. Hydrogen fuel for future mobility: Challenges and future aspects // Sustainability. – 2022. – Т. 14. – № 14. – С. 8285. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/14/8285>
- 6 Hassan, Q. et al. Hydrogen energy future: Advancements in storage technologies and implications for sustainability // Journal of Energy Storage. – 2023. – Т. 72. – С. 108404. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X23018017>
- 7 Hosseini, S. E., Butler, B. An overview of development and challenges in hydrogen powered vehicles // International Journal of Green Energy. – 2020. – Т. 17. – № 1. – С. 13-37. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15435075.2019.1685999>
- 8 Kamran, M., Turzyński, M. Exploring hydrogen energy systems: A comprehensive review of technologies, applications, prevailing trends, and associated challenges // Journal of Energy Storage. – 2024. – Т. 96. – С. 112601. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X2402187X>

Раздел 3

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

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

IRSTI 55.36.15

UDC: 669.053

O. Onichshenko, S. Kamarova, G. Zhabalova, O. Denissova

*Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan**(E-mail: o.onichshenko@ttu.edu.kz)*

Use of under-furnace devices behind the rotary kiln of the limestone burning shop of JSC «Qarmet»

The study is devoted to increasing the efficiency of waste heat recovery units of rotary kilns in the limestone burning shop of JSC Qarmet by introducing under-fire devices. The solution is aimed at eliminating the problems of reduced steam production caused by fluctuations in temperature and flow rate of exhaust gases from the rotary kiln. The possibility of using a fuel oil substitute (FOS) as a fuel for the under-fire device is considered, which will significantly reduce operating costs. Calculations are made of the volumetric flow rates of the main gas flows of the heat recovery unit and their temperatures under various operating modes. The technical and economic analysis showed that the modernization will increase the steam production of waste heat boilers by 20% with minimal capital investment. The expected payback period is about two years. The results confirm the technical and economic feasibility of the proposed solution.

Key words: utilization plant, fuel oil substitute, under-furnace device; rotary kilns; lime-kiln production; recirculation; exhaust gases; furnace operating modes.

Introduction

In recent years, new ways of intensifying heat exchange devices and industrial furnaces operating on organic fuel have become very important. The need for this is due to the following factors:

- irreversible depletion of natural fuel resources and the resulting increase in fuel prices;
- increase in industrial emissions of fuel combustion products into the atmosphere, which entails deterioration of the environmental situation and the occurrence of a thermal effect.

The use of secondary energy resources (SER) significantly reduces the negative impact on the environment by reducing harmful emissions into the atmosphere. In addition, in some cases, the use of SER allows increasing the productivity of process units or extending their working cycle [1].

The consumption of industrial steam by consumers of any metallurgical production varies greatly both by season and within months, days and even hours. Steam receipts from utilization units using exhaust gases from heating and kilns also change during the day (hours). Thus, if the amount of raw materials heated in the furnaces at the moment exceeds the production needs for one reason or another, then the amount of fuel burned in the furnaces is sharply reduced. Accordingly, the steam capacity of the waste heat boilers installed behind these furnaces is greatly reduced. During routine repairs of industrial equipment, which can last from several hours to several days, the steam capacity of the waste heat boilers drops practically to zero. Such a decrease in productivity greatly affects the balance of production steam throughout the entire enterprise [2].

Therefore, to ensure reliable, uninterrupted steam supply to consumers, it is absolutely insufficient to balance the enterprise using average values of expenses and receipts for a month, and especially for a year, but it is necessary to take into account the actual schedules of steam consumption during a month, day, hour. The steam balance must converge in any, even short, period of time.

Almost all enterprises in various industries have consumers of industrial steam for whom interruptions in the steam supply or a sharp decrease in its supply, as well as a decrease in pressure, are unacceptable. For these consumers, a decrease in steam pressure, and, consequently, the temperature in the heat exchangers, can sharply reduce the productivity of the plant for the main technological product and even suspend the flow of the technological process. In this case, the quality of the product may decrease and even its spoilage is observed. A decrease in steam pressure in the system of general plant steam pipelines is observed when there

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

is insufficient steam supply to it. Auxiliary mechanisms operating on steam may not ensure the operation of the technological unit that they service [3]. Unbalances in production steam arise largely due to uneven steam output from waste heat recovery units, therefore, one of the ways to maintain the steam balance across the plant is to equalize the steam output of the waste heat recovery units. For most waste heat recovery units, such equalization can be achieved by so-called under-stoking, i.e. by burning fuel in the waste heat recovery units [4]. Usually, the waste heat recovery boiler is heated by the exhaust gases of a process unit, for example, a heating furnace. When the flow rate and temperature of the exhaust gases decrease for one reason or another, the steam output of the waste heat recovery boilers decreases accordingly. It can be increased to the required (previous) value by burning fuel in the under-stoking unit and mixing hot gases from the under-stoking unit with the exhaust gases from the furnace. Under-stoking can ensure the nominal steam output of the waste heat recovery boilers even when the furnace is stopped, and even exceed it. In both cases, additional steam is obtained by burning fuel, as in conventional industrial or peak boiler houses. Accordingly, the efficiency of using a sub-stoker is determined by the efficiency with which the additional fuel is used, as well as the annual number of operating hours of the sub-stoker device [5].

The efficiency of the waste heat recovery unit can be significantly increased by using gas recirculation. Mixing in recirculated gases taken from the flue after the waste heat boiler allows the temperature of gases after the under-fire device to be reduced to approximately 850 °C. With this operating scheme, the use of heat from the fuel burned in the under-fire device increases to 0.8 - 0.87 with the furnace stopped. If the furnace operates with a reduced, counter-design productivity, and the nominal steam capacity of the waste heat boilers is maintained by the under-fire, then the utilization factor of the fuel burned in the under-fire device is somewhat lower than with the furnace stopped. Thus, the use of the under-fire with recirculation allows the steam capacity of waste heat recovery units to be equalized with fairly good energy indicators. The economic indicators of the under-fire are high, since the cost of the additional steam obtained due to it is determined mainly only by the fuel component and the cost of feed water. Indeed, the additional capital costs of the under-stoker and the recirculation system amount to only a few percent of the capital costs of the utilization units. Therefore, the cost of steam additionally obtained at the utilization units due to the under-stoker is significantly lower than the cost of steam from special peak steam boilers.

The use of a sub-stoker allows increasing the steam capacity of the installed waste heat boilers by approximately 20% above the nominal value. If the exhaust gases from the furnace did not provide the nominal steam capacity of the installed waste heat boiler, then the sub-stoker can provide it [6]. The problem of reducing steam capacity is also relevant for the waste heat boiler installed behind the rotary kiln in the lime burning shop of JSC QARMET. Fluctuations in the temperature and flow rate of the exhaust gases from the furnace lead to unstable operation of the waste heat recovery unit, which reduces the efficiency of steam generation and can negatively affect the technological processes of the enterprise. In this regard, this paper analyzes the possibility of upgrading the system by installing a sub-stoker. The main goal of the proposed solution is to ensure the stability of the waste heat boiler steam capacity, minimize fluctuations in steam supply and increase the efficiency of fuel use by optimizing the operation of the heat recovery unit [7].

Methods and materials

In this paper, the main research method is a comprehensive analysis, including the study of literary sources, a review of scientific publications and regulatory documents related to the operation of waste heat recovery units and under-fire devices. This allowed us to identify the main trends, problems and promising areas for the development of these technologies.

Additionally, mathematical modeling methods were used to predict the operating parameters of the system and assess the impact of various factors on the heat recovery process. Engineering calculations included calculating the volumetric flow rates of gas flows, determining temperature conditions and calculating the required amount of fuel to ensure stable operation of the waste heat boiler.

In addition, a technical and economic analysis was carried out to assess the effectiveness of the proposed solution. This approach allowed us to objectively assess the feasibility of upgrading the waste heat recovery unit and justify its technical and economic efficiency.

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

Results and discussion

To ensure stable operation of the furnace device, it is advisable to use the same fuel that is used in the main process unit - the rotary kiln. In this case, the furnace operates on fuel oil and its substitute (FOS).

FOS is a fairly expensive type of fuel, which makes its use less economically viable. In addition, its efficient combustion requires preliminary preparation - heating and supply of steam as a companion, which reduces the viscosity of the fuel oil, facilitating its atomization and subsequent combustion. These additional technological processes increase operating costs and complicate the fuel supply system.

In this regard, it is proposed to use a fuel oil substitute (FOS) as the main fuel for the furnace device. This type of fuel has similar energy characteristics, but is more affordable and economically viable. Its use allows to significantly reduce the cost of steam production, which has a positive effect on the overall cost of heat energy. Additionally, the use of FOS in the under-fire device simplifies the fuel supply process flow chart, since it does not require significant costs for preliminary heating and mixing with steam. Thus, the transition to FOS contributes not only to the reduction of operating costs, but also to the increase in the efficiency of the entire utilization plant, which ultimately ensures a significant economic effect and a reduction in the payback period for modernization [8].

The calculation determined the volumetric flow rates of the main gas flows of the heat recovery unit and their temperatures under various operating conditions. The required flow rates of the heat recovery unit for the under-fire device under the corresponding conditions were also determined. The following typical operating conditions of the furnace were considered.

Mode No. 1 – forced: exhaust gases outlet $V_g^b = 54000 \text{ nm}^3/\text{h}$; exhaust gas temperature $t_g^0 = 850 \text{ }^\circ\text{C}$.

Mode No. 2 – nominal: exhaust gas outlet $V_g^b = 47000 \text{ nm}^3/\text{h}$; exhaust gas temperature $t_g^0 = 800 \text{ }^\circ\text{C}$.

Mode No. 3 – the furnace does not work: exhaust gases outlet $V_g^b = 0 \text{ nm}^3/\text{h}$; exhaust gas temperature $t_g^0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$.

The calculation of gas flows was based on the joint solution of a system of two equations: the equation of the material balance of flows converging at one node and the equation of the energy balance of these flows. In general, the system of equations will have the form:

$$\begin{cases} V_{hb}^/ = V_g^b + V_g^{uhd} + V_g^r \\ V_{hb}^/ \cdot h_{hb}^/ = V_g^b \cdot h_g^b + V_g^{uhd} \cdot h_g^{uhd} + V_g^r \cdot h_g^r \end{cases}$$

where $h_{hb}^/, h_g^b, h_g^{uhd}, h_g^0$ - are enthalpies of gas flows, respectively, in front of the waste heat boiler, coming from the furnace, the under-fire device and recirculation gases.

To simplify the calculations, in all the options under consideration, the temperature of the gases in the firebox is taken to be equal to $t_g^{uhd} = 1400 \text{ }^\circ\text{C}$. We accept the temperature of gases for recirculation $t_n^b = 230 \text{ }^\circ\text{C}$.

The general calculation scheme for the heating of a waste heat boiler installed behind a rotary kiln is shown in Fig. 1.

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

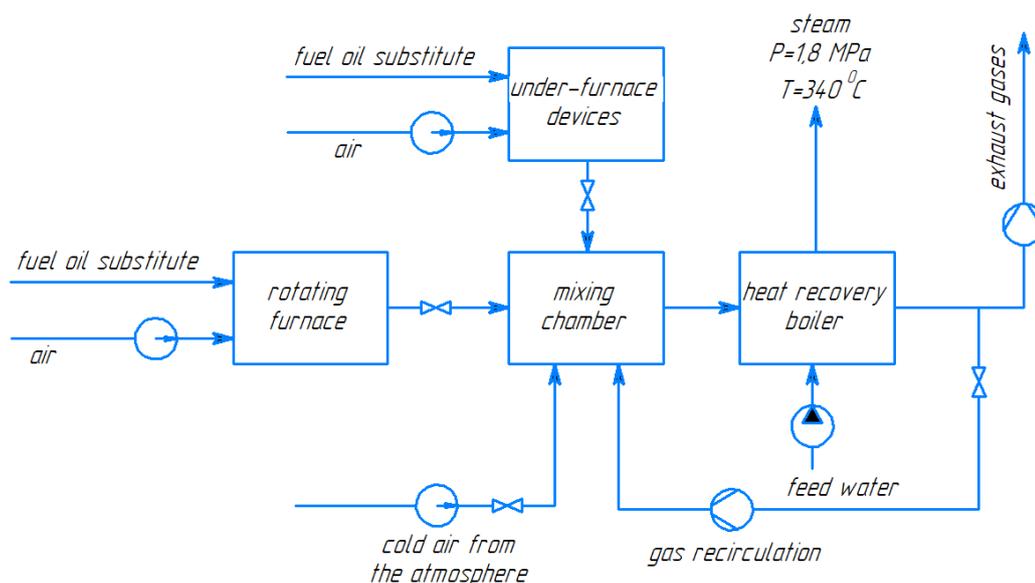


Figure 1 – Diagram of gas flows of a waste heat boiler with a furnace device

It is advisable to consider installing a vertical cylindrical cyclone furnace as a sub-firebox. This type of furnace operates on the cyclone principle, in which fuel combustion is carried out in a special chamber with intensive swirling of the air flow. High-speed gas movement ensures turbulent mixing of the fuel and oxidizer, which contributes to more complete and efficient combustion. Cyclone furnaces have a number of significant advantages. They are characterized by a high degree of fuel combustion, which allows for the maximum use of its energy potential. Intensive heat exchange in the combustion chamber helps to increase the combustion temperature and reduce the number of unburned residues. This is especially important when using alternative fuels, such as fuel oil substitute (FOS). Another important advantage is the relative simplicity of the design and operation of such units. Unlike traditional fireboxes, cyclone furnaces require less maintenance, since they have virtually no moving parts subject to wear. This helps to reduce maintenance costs and extend the service life of the equipment [9].

The calculations performed showed that the under-fire device will be able to provide the required amount of flue gases. The required calculated fuel consumption (FOS) of the under-fire device at the maximum peak mode of the KU-60 is taken from the calculation of gas flows and is $B_{fuel} = 1152,5$ kg/hour or 0,32 kg/sec.

Three normalized high-pressure nozzles FVD-400 with double atomization are installed as a combustion device [10]. Compressed air with an excess pressure of 5 atmospheres and saturated steam with an excess pressure of 6 – 6,5 atmospheres can be used as an atomizer. The specific amount of compressed air is 1,3 kg/kg of liquid fuel, and saturated steam is 1 kg/kg of liquid fuel. Nozzle boxes of type A (with straight pipes) and type B (with pipes for air supply at an angle of 75° to the nozzle axis) are used. For a given throughput according to FOS, nozzle box No. 7 of type A corresponds. The geometric dimensions of the combustion chamber are determined by geometric construction depending on the calculated length of the fuel combustion flame. The required overall dimensions of the sub-firebox are as follows: internal diameter - 2600 mm, height - 6.5 m (see Fig. 2).

The lining of the firebox is made in two layers: the first layer is 230 mm thick chrome-magnesite, the second layer is 230 mm thick dinas lightweight. Between the firebox body and the lining is 10 mm thick asbestos cardboard. The seam between the masonry is 5 mm. The total thickness of the lining is $\delta_{\phi VT} = 230 + 230 + 10 + 5 = 475$ mm.

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

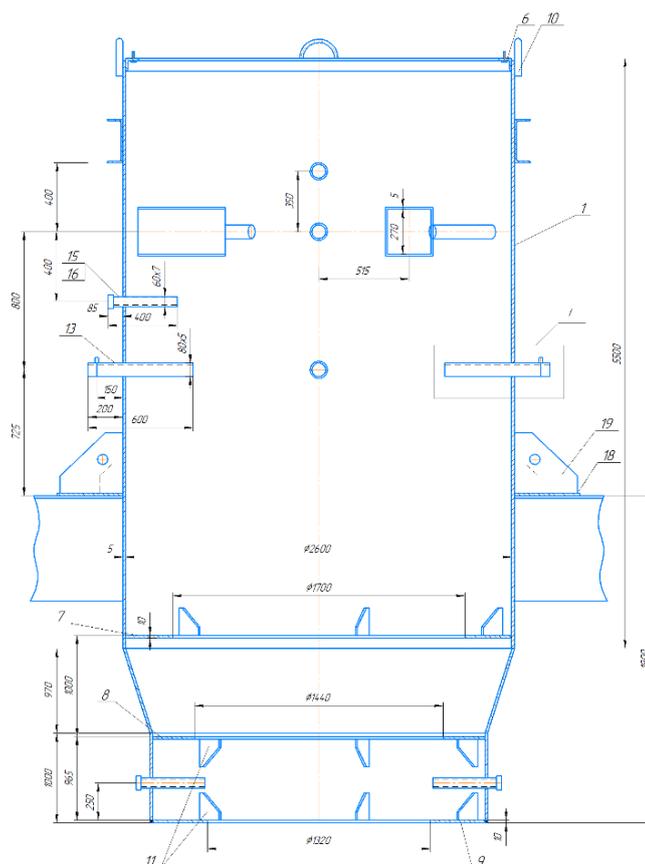


Figure 2 – General view of the under-fire device

Conclusion

The study examined the possibility of increasing the efficiency of the waste heat boiler installed behind the rotary kiln in the lime burning shop of JSC QARMET by introducing a furnace. The main problem identified in the work is the decrease in the steam capacity of the waste heat boiler, which negatively affects the technological process. To solve this problem, it is proposed to use a vertical cylindrical cyclone furnace as a furnace. The analysis showed that cyclone furnaces have a number of advantages, including a high fuel combustion coefficient, the ability to use various types of energy sources, as well as relatively low operating costs. It is proposed to use a fuel oil substitute (FOS) as the main fuel for the furnace, which is not inferior to traditional fuel oil in its energy characteristics, but is a more economical option. This will significantly reduce the cost of generated steam and increase the profitability of production. The application of the proposed solution will ensure stabilization of the waste heat boiler operation, increase of its productivity and reduction of energy costs. Additionally, a positive environmental effect will be achieved due to more complete combustion of fuel and reduction of harmful emissions into the atmosphere. Thus, the introduction of a furnace device based on a cyclone furnace is a rational and economically justified measure aimed at increasing the efficiency of the waste heat recovery unit and improving overall production indicators.

List of sources

1 Лобанов И.Е., Штейн Л.М. Перспективные теплообменные аппараты с интенсифицированным теплообменом для металлургического производства. Том I. Математическое моделирование интенсифицированного теплообмена при турбулентном течении в каналах с применением основных аналитических и численных методов. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. — 405 с.

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

- 2 Сериков Э.А. Теплоэнергетические системы и энергоиспользование в теплотехнологическом производстве: Учебное пособие для вузов. – Алматы: Издательство АУЭС, 2017. – 329 с.
- 3 Рябыкин К.В. Аккумулирование производственного пара – как метод сведения баланса пара по заводу // Актуальные проблемы энергетики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/38921/765-767.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 4 Картавец С.В. Теплоэнергетические системы и энергетические балансы промышленных предприятий. Учебное пособие. – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», 2022. – 156 с.
- 5 Картавец С.В., Нешпоренко Е.Г. Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий. Учебное пособие. – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», 2022. – 72 с.
- 6 Использование тепловых ВЭР. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ozlib.com/868686/tehnika/ispolzovanie_teplovyh
- 7 Зуев В. И., Микалуцкий А. Е. Совершенствование известе-обжиговых вращающихся печей // Construction materials. 2017. №3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-izvesteobzhigovyh-vraschayuschih-sya-pechey>
- 8 Сабирова, Т. М. Основы технологии улавливания и переработки химических продуктов коксования. – Екатеринбург: Издательство УрФУ, 2018. – 154 с.
- 9 Гашимов Э.Х. Циклонные печи в промышленности: принципы работы и применение//Вестник науки. 2024. №7 (76). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsiklonnye-pecchi-v-promyshlennosti-printsipy-raboty-i-primeneniye>
- 10 Гусовский В.Л., Винтовкин А.А., Ладыгичев М.Г., Калинова Т.В. Горелочные устройства промышленных печей и топок. – М.: Интермет Инжиниринг, 1999. – 560 с., ил.

О.Н.Онищенко, С.Н. Камарова, Г.Г.Жабалова, О.А. Денисова

«Qarmet» АҚ күйдіргіш цехының айналмалы пешінен кейінгі пештің астын қыздыру құрылғыларын пайдалану

Зерттеу «Qarmet» АҚ әктасты күйдіру цехының айналмалы пештерін кәдеге жарату қондырғылары жұмысының тиімділігін арттыруға арналған. Температураның ауытқуынан және пештен шығатын газдар шығынынан туындаған бу өндірісінің төмендеу проблемаларын жою шешімдеріне бағытталған. Қыздыру мазутын алмастырғышты (ҚМА) жану құрылғысы үшін отын ретінде пайдалану мүмкіндігі қарастырылған, бұл қолданыс шығындарды едәуір төмендетуге мүмкіндік береді. Жылуды кәдеге жарату қондырғысының негізгі газ ағындарының көлемді шығындары мен олардың әртүрлі жұмыс режимдеріндегі температуралары есептелді. Техникалық-экономикалық талдау көрсеткендей, бұл жаңғырту минималды капитал салымдарымен кәдеге жарату қазандықтарының бу өнімділігін 20%-ға арттыруға мүмкіндік береді. Болжамды өтеу мерзімі шамамен екі жыл. Нәтижелер ұсынылған шешімді қолданудың техникалық және экономикалық орындылығын растайды.

Түйін сөздер: кәдеге жарату қондырғысы, қыздыру мазутын алмастырғыш, жану құрылғысы; айналмалы пештер; әк-күйдіру өндірісі; рециркуляция; шығатын газдар; пеш жұмысының режимдері.

О.Н.Онищенко, С.Н. Камарова Г.Г.Жабалова, О.А. Денисова

Использование подтопочных устройств за вращающейся печью цеха обжига известняка АО «Qarmet»

Исследование посвящено повышению эффективности работы утилизационных установок вращающихся печей цеха обжига известняка АО «Qarmet» за счет внедрения подтопочных устройств. Решение направлено на устранение проблем снижения паропроизводительности, вызванного колебаниями температуры и расхода отходящих

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

газов от вращающейся печи. Рассмотрена возможность использования заменителя топочного мазута (ЗТМ) в качестве топлива для подтопочного устройства, что позволит значительно снизить эксплуатационные затраты. Произведены расчеты объемных расходов основных газовых потоков теплоутилизационной установки и их температур при различных режимах работы. Техничко-экономический анализ показал, что модернизация позволит увеличить паропроизводительность котлов-утилизаторов на 20% при минимальных капитальных вложениях. Предполагаемый срок окупаемости около двух лет. Результаты подтверждают техническую и экономическую целесообразность применения предложенного решения.

Ключевые слова: утилизационная установка, заменитель топочного мазута, подтопочное устройство; вращающиеся печи; известково-обжиговое производство; рециркуляция; отходящие газы; режимы работы печи.

References

- 1 Lobanov I.E., SHtejn L.M. Perspektivnye teploobmennye apparaty s intensivirovannym teploobmenom dlya metallurgicheskogo proizvodstva. Tom I. Matematicheskoe modelirovanie intensivirovannogo teploobmena pri turbulentnom techenii v kanalah s primeneniem osnovnyh analiti-cheskikh i chislennykh metodov. – M.: Izdatel'stvo Associacii stroitel'nyh vuzov, 2009. – 405 s.
- 2 Serikov E.A. Teploenergeticheskie sistemy i energoispol'zovanie v teplotekhnologicheskom proizvodstve: Uchebnoe posobie dlya vuzov. – Almaty: Izdatel'stvo AUES, 2017. – 329 s.
- 3 Ryabykin K.V. Akkumulirovnie proizvodstvennogo para – kak metod svedeniya balansa para po zavodu//Aktual'nye problemy energetiki. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/38921/765-767.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 4 Kartavcev S.V. Teploenergeticheskie sistemy i energeticheskie balansy promyshlennyh predpriyatij. Uchebnoe posobie. – Magnitogorsk: FGBOU VO «MGТУ im. G.I.Nosova», 2022. – 156 s.
- 5 Kartavcev S.V., Neshporenko E.G. Vtorichnye energoresursy promyshlennyh predpriyatij. Uchebnoe posobie. – Magnitogorsk: FGBOU VO «MGТУ im. G.I.Nosova», 2022. – 72 s.
- 6 Ispol'zovanie teplovyh VER. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: https://ozlib.com/868686/tehnika/ispolzovanie_teplovyh
- 7 Zuev V. I., Mikaluckij A. E. Sovershenstvovanie izveste-obzhigovyh vrashchayushchihsya pechej // Construction materials. 2017. №3. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-izvesteobzhigovyh-vraschayushchihsya-pechey>
- 8 Sabirova, T. M. Osnovy tekhnologii ulavlivaniya i pererabotki himicheskikh produktov kok-sovaniya. – Ekaterinburg: Izdatel'stvo UrFU, 2018. – 154 s.
- 9 Gashimov E.H. Ciklonnye pechi v promyshlennosti: principy raboty i primenenie//Vestnik nauki. 2024. №7 (76). [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsiklonnye-pechi-v-promyshlennosti-printsipy-raboty-i-primenenie>
- 10 Gusovskij V.L., Vintovkin A.A., Ladygichev M.G., Kalinova T.V. Gorelochnye ustrojstva promyshlennyh pechej i topok. – M.: Internet Inzhiniring, 1999. – 560 s., il.

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

IRSTI 21.35.31

UDC 519.8:621.865.8

V.K.Tytiuk¹, O.P.Chorny², V.V.Boucher³, O.K.Danyleiko¹, A.O.Chvanova⁴¹ Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine² Kremenchug Mikhail Ostrogradsky National University, Kremenchug, Ukraine³ National University «Odessa Maritime Academy», Odessa, Ukraine⁴ Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

(E-mail: v.tytyuk@ttu.edu.kz)

Information technology for automation of mathematical modelling of the mechanical part of mechatronic systems

The automation of mathematical modeling for the mechanical components of mechatronic systems is a crucial aspect of modern electromechanics. This paper explores methods for automating the creation of mathematical models, focusing on the Lagrange equations of the second kind and their implementation in MATLAB/Simulink. The study emphasizes the role of computational thinking in mechatronic system design and compares different modeling approaches, including Simscape Multibody. The proposed automation method is validated through a comparative analysis of two-link pendulum models, demonstrating its effectiveness in generating accurate dynamic representations of mechanical subsystems.

Key words: Mechatronic systems, mathematical modeling, automation, Lagrange equations, computational thinking, MATLAB/Simulink, Simscape Multibody, electromechanics, system dynamics.

Introduction

One of the key areas of development in modern electromechanics is the creation and implementation of mechatronic automatic control systems, which leverage advancements in mechanics, automation, electronics, and informatics [1, 2]. The progress in mechatronics plays a crucial role in establishing the technological foundation of highly developed countries. It not only influences the state and advancement of defense industries but also contributes significantly to national security. Furthermore, mechatronics is pivotal in determining the technical level and driving technological progress across all sectors of the economy [3].

Methods and materials

According to [4], the basic concept of designing mechatronic devices is the consistency of the design of all physically heterogeneous components of the system.

This approach imposes specific requirements on the CAD system, which must include software modules capable of generating and analyzing mathematical models of the dynamics of both individual functional components and the entire system. Additionally, the development and design of mechatronic systems demand specialized training for professionals in this field, emphasizing the importance of cultivating computational thinking in students [5, 6]. Computational thinking involves solving a complex problem by breaking it down into a number of smaller, more manageable problems (decomposition). Each of these smaller problems can then be considered individually, taking into account how similar problems have been solved previously (using prototypes) and focusing only on the important details while ignoring unimportant information (abstraction). Simple steps or rules can then be developed to solve each of the smaller problems (algorithms). Finally, these simple steps or rules are used to program the computer to help solve the complex problem in the best possible way [7].

One of the primary research areas in mechatronics and robotics is the study and modeling of the kinematics and dynamics of mechatronic and robotic systems [8]. This focus is driven by the increasing complexity of the mechanical design in these systems.

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

In the tasks of automation of mathematical modeling and research of mechatronic systems, the following forms of representation of mathematical models of dynamics are used [9]:

- system of differential equations;
- connected graph;
- structural-dynamic scheme.

Differential equations of dynamics are a generally accepted form of representation of a mathematical model of a mechatronic system or its individual subsystems.

In modeling the dynamics of mechatronic systems, a promising approach involves representing the dynamics of the actuator as the motion of a representative point in Riemannian space. The metric of this Riemannian space is defined by ensuring that the instantaneous kinetic energy of the representative point equals the kinetic energy of the multi-link mechanism at every point in space [10].

The main known methods for compiling differential equations for the dynamics of multi-link actuators are as follows:

- Lagrange method, based on the Lagrange equations of the second kind;
- modified Lagrange method based on the recurrent description of the kinematics of a mechanical system;
- Euler's method, based on the application of the second law of dynamics and D'Alembert's principle;
- Gauss's method, based on the principle of least constraint;
- connected graph method.

The Lagrange method, using matrices of homogeneous coordinate transformations to describe kinematics, is the most commonly employed approach in practice. The equations derived from this method offer a precise description of system dynamics and are useful for developing control laws in the space of generalized coordinates [11]. However, as the complexity of the mechanical subsystem increases, deriving the equations of motion for holonomic mechanical systems using the Lagrange method becomes significantly more challenging.

The aim of the work is to study the possibilities of automating the creation of a mathematical model of the mechanical subsystem of mechatronic devices compatible with the complete mathematical model of the entire system.

Lagrange equations of the second kind for a mechanical system consider a system with s degrees of freedom, subject to stationary, ideal, holonomic constraints. In this scenario, the system's position is defined by s generalized coordinates q_1, q_2, \dots, q_s . The kinetic energy of the system depends on these generalized coordinates as well as the generalized velocities, which are the time derivatives of the generalized coordinates.

For such a system, one can write s equations of motion, which are called Lagrange equations of the second kind or differential equations of motion in generalized coordinates [12]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_j} = Q_j, j = 1..s \quad (1)$$

where Q_j is the generalized force. In order to formulate equation (1), it is necessary to express the kinetic energy of the system through generalized coordinates and generalized velocities.

The Lagrange equations of the second kind are a system of second-order ordinary differential equations with respect to generalized coordinates. These equations require the analytical computation of three first derivatives of kinetic energy: with respect to the generalized coordinates, generalized velocities, and time. As the mechanical design of mechatronic systems becomes more complex—particularly in three-dimensional mechanisms—this task becomes increasingly challenging, complicating the use of Lagrange equations and limiting their applicability.

Significant simplification in the field of mathematical modeling of the dynamics of complex mechanical systems can be achieved through the use of specialized CAD systems that automate the creation of equations of motion. Modern CAD systems, as a rule, implement a monodisciplinary approach: multiphysical modeling methods are poorly used in existing CAD systems.

From a mechatronic systems design perspective, MATLAB/Simulink is the most favorable CAD system. MATLAB offers specialized libraries for visual modeling of modern electric drives and their PowerSystems converters, as well as the Simscape Multibody library for creating the mechanical components of multiphysical

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

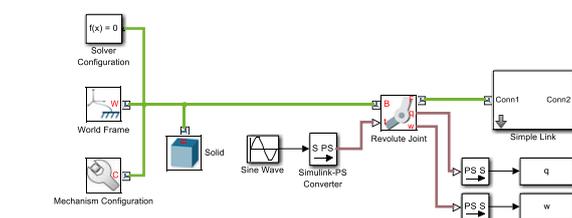
models and simulating complex multidimensional mechanical systems. Additionally, MATLAB provides advanced tools for programming microprocessor control devices, enabling the comprehensive design and analysis of mechatronic systems within a single software environment.

Results and discussion

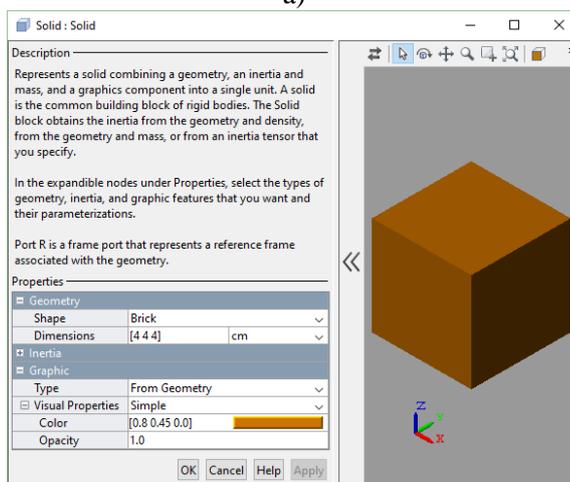
Let's consider some options for using MATLAB/Simulink to automate mathematical modeling of complex mechanical systems.

Simscape Multibody provides a visual modeling environment for 3D mechanical systems. With this library, you can model multibody systems using blocks representing bodies of a given geometric shape, various types of connections between individual bodies, force sources, and sensors. Simscape Multibody automatically generates and solves the equations of motion for the complete mechanical system.

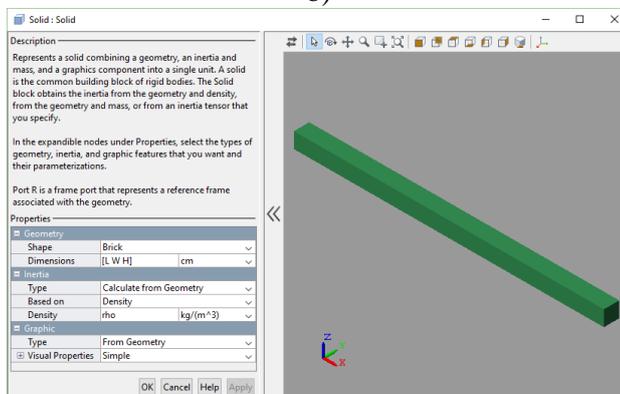
As an elementary example, we present a mathematical model of a controlled physical pendulum – a two-body mechanical system with one rotational degree of freedom, Fig. 1.



a)



b)



c)

Figure 1 – Implementation of the mathematical model of a controlled physical pendulum in MATLAB® Simscape Multibody. a) model diagram; b), c) – dialog boxes for setting up the pendulum stand and the moving part of the pendulum, respectively

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

Simscape Multibody lets you define model parameters using MATLAB® variables and expressions. Simscape Multibody lets you integrate hydraulic, electrical, pneumatic, and other physical systems into your model using components from the Simscape product family.

Fig. 2 shows the time diagrams of the controlled pendulum operation obtained using this model.

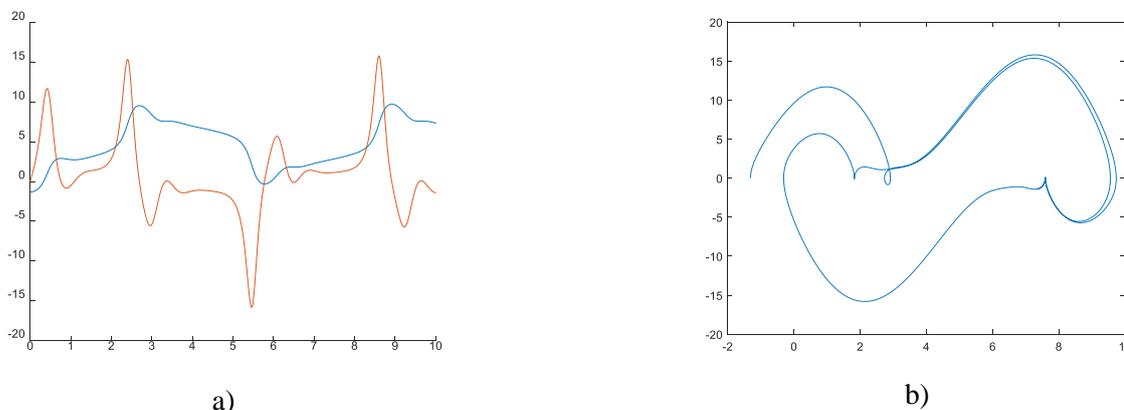


Figure 2 – Time diagrams, a) and phase portrait, b) of forced oscillations of a controlled physical pendulum with friction

It should be noted that the task of developing a virtual world for a complex mechanical system, especially with complexly configured parts, is very labor-intensive and requires special training unrelated to the main goal - studying the mechanism and designing it. However, such visualization significantly increases the visibility of the process. This was one of the reasons that prompted MathWorks to develop a CAD translator that provides construction of a mechanism model based on its solid model created in an automated design environment, for example, in SolidWorks. When using a CAD translator, the mechanism model can also inherit the graphical representation of its parts.

Fig. 2 shows a mathematical model of the industrial robot manipulator KUKA type KR 10 R900 sixx. Individual parts of the robot were designed in the SolidWorks program, and then their mass and dimensional characteristics were imported into Simscape Multibody.

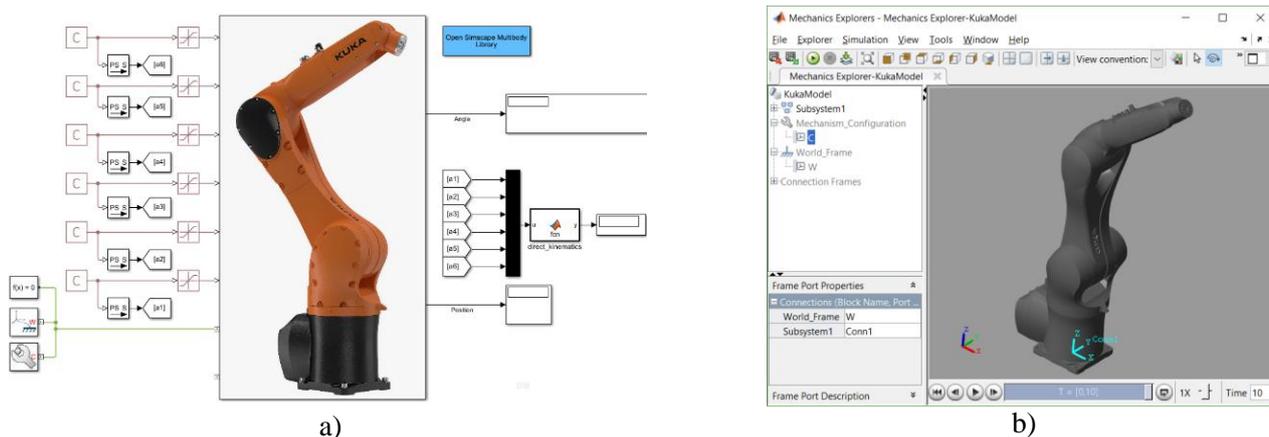


Figure 2 – Implementation of the mathematical model of the KUKA KR 10 R900 robot in MATLAB® Simscape Multibody. a) model diagram; b) visualization of the robot manipulator obtained using Mechanics Explorer

This approach significantly reduces the time needed to develop models of mechanical systems, allowing a greater focus on the tasks of controlling the movement of mechatronic systems.

An alternative approach involves directly using the Lagrange equations of the second kind. In this method, the differential equations of motion for a given mechanical subsystem design are composed using built-in symbolic mathematics tools. The researcher specifies the system's generalized coordinates and symbolically

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

formulates the equation for the total energy of the mechanical system. The most labor-intensive operations of analytical differentiation can then be performed automatically using the symbolic function. diff().

A subsystem block implementing the obtained equations of motion is also automatically generated, which can be directly used in Simulink models.

The authors developed a MATLAB® live script that demonstrates the use of the proposed approach to analyze the dynamics of a three- and two-link flat pendulum, Fig. 3.

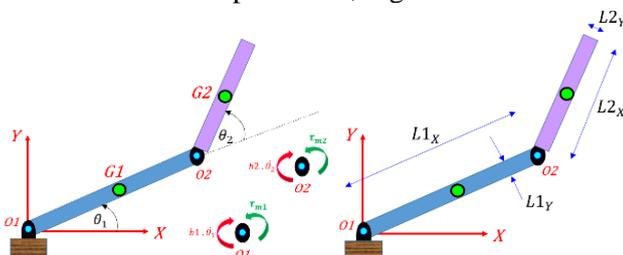


Figure 3 – Generalized coordinates and calculation scheme of a two-link pendulum

Fig. 4 shows the implementation of a mathematical model of a two-link flat pendulum with a generated subsystem that implements calculations using the Lagrange equations.

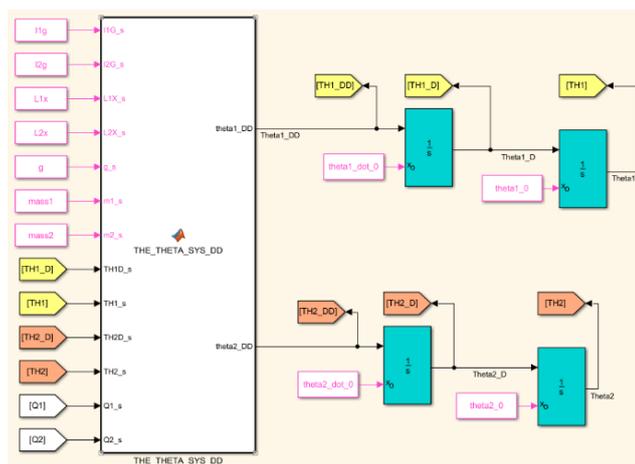


Figure 4 – Structural diagram of the mathematical model of a two-link pendulum.

An implementation of a two-link pendulum model was also developed using the Simscape Multibody library, and a comparative analysis of the operation of these two models was performed, presented in Fig. 5.

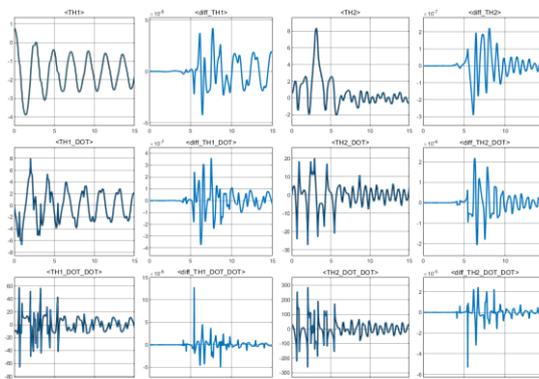


Figure 5 – Comparative analysis of two-link flat pendulum models using different approaches for their creation

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

The calculated results demonstrate complete identity of the data obtained on models of different types.

Conclusions

The successful development and design of modern mechatronic systems are closely linked to the implementation of computational thinking in the training of contemporary electromechanical specialists. This connection is well-established in the field.

This paper emphasizes the importance of a multidisciplinary approach to mechatronic system development. It proposes the use of MATLAB®/Simulink, along with its necessary extensions, as a comprehensive Computer-Aided Design (CAD) system for developing and researching mechatronic systems.

This paper examines methods for automating the creation of mathematical models for complex mechanical systems, which are crucial components in the design of modern mechatronic systems. The study proposes an approach to automate the generation of differential equations for these complex mechanical systems. This approach is based on the Lagrange equations of the second kind and utilizes symbolic calculations in the MATLAB® environment.

The research demonstrates that the behavior of a two-link flat pendulum model, developed using this automated method, aligns precisely with that of a model constructed using Simscape Multibody blocks. This validation confirms the accuracy and reliability of the proposed automation approach.

References

- 1 Kopytenko Yu., Sergushin P., Petrishchev M., Levanenko V., Perechesova A. The device for manufacturing torsion bars with helical anisotropy UISAT-1 // Key Engineering Materials Vol. 437 (2010). – Trans Tech Publications, Switzerland, 2010. P. 625–628.
- 2 Bishop Robert H. Mechatronics: an introduction. CRC Press, 2006.
- 3 Robert Munnig Schmidt, Georg Schitter, Adrian Rankers and Jan van Eijk, The Design of High Performance Mechatronics – 2nd revised edition. iOS Press, 2014.
- 4 Starostin, A.K., Mechatronics of mobile units / A.K. Starostin, P.I. Chinaev. - Kyiv: UkrNIINTI of the State Planning Committee of the Ukrainian SSR, 1991. - 56 p.
- 5 Wing, Jeanette M. (2006). «Computational thinking» (PDF). Communications of the ACM. 49 (3): 33. doi:10.1145/1118178.1118215.
- 6 Easterbrook St. «From Computational Thinking to Systems Thinking: A conceptual toolkit for sustainability computing» Proceedings of the 2nd international conference ICT for Sustainability. doi:10.2991/ict4s-14.2014.28.
- 7 7. How-to-teach-computational-thinking. [Electronic resource]. – Access mode: <http://blog.wolfram.com/2016/09/07/how-to-teach-computational-thinking/> 2018-30-12
- 8 Korostelev, V.F. The First All-Russian Scientific and Technical Conference «Mechatronics, Automation, Control»: Results of the First All-Russian Scientific and Technical Conference «Mechatronics, Automation, Control» [Electronic document]. - M.: Publishing house «New technologies», 2004. - 4 p. (http://novtex.ru/mech/vlad_sum.htm).
- 9 Rankers Adrian M., Machine Dynamics in Mechatronic Systems. University of Twente, 1997.
- 10 Poduraev Yu.V. Mechatronics: fundamentals, methods, application / Yu.V. Poduraev. – M.: Mechanical Engineering, 2007. – 256 p.
- 11 Ermolov I.L. Synthesis of movements of technological robots for operations with moving objects based on the computer algebra method: Abstract of Cand. Sci. (Eng.) Dissertation: defended on 17.06.1997 / I.L. Ermolov. – M.: Publishing house of MSTU “STANKIN”, 1997. – 19 p.
- 12 Yablonsky A.A., Nikiforova V.M. Course in theoretical mechanics. M., Integral-Press, 2007, 551 p.

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

В.К.Тытюк., А.П.Черный., В.В.Бушев, О.К.Данилейко, А.О.Чванова.

Механиканы математикалық модельдеуді автоматтандыруға арналған ақпараттық технологиялар мехатрондық жүйелердің бөлігі

Мехатрондық жүйелердің механикалық компоненттерін математикалық модельдеуді автоматтандыру қазіргі электромеханиканың шешуші аспектісі болып табылады. Бұл жұмыста Екінші типтегі Лагранж теңдеулеріне және оларды MatLab/Simulink-те жүзеге асыруға назар аударып отырып, математикалық модельдерді құруды автоматтандыру әдістері қарастырылған. Зерттеу мехатроникалық жүйелерді жобалаудағы есептеу ойлауының рөліне баса назар аударады және Simscape Мультибодтарын қоса алғанда, модельдеудің әртүрлі тәсілдерін салыстырады. Ұсынылған автоматтандыру әдісі механикалық ішкі жүйелердің дәл динамикалық көріністерін қалыптастырудағы тиімділігін көрсете отырып, маятниктің екі буынды модельдерін салыстырмалы талдау арқылы тексеріледі.

Түйінді сөздер: Мехатрондық жүйелер, математикалық модельдеу, автоматика, Лагранж теңдеулері, есептеу ойлауы, MATLAB/Simulink, Simscape Multibody, электромеханика, жүйе динамикасы.

Тытюк В.К., Черный А.П., Бушев В.В., Данилейко О.К., Чванова А.О.

Информационные технологии для автоматизации математического моделирования механической части мехатронных систем

Автоматизация математического моделирования механических компонентов мехатронных систем является важнейшим аспектом современной электромеханики. В данной статье рассматриваются методы автоматизации создания математических моделей с акцентом на уравнения Лагранжа второго рода и их реализацию в MATLAB/Simulink. В исследовании подчеркивается роль вычислительного мышления при проектировании мехатронных систем и сравниваются различные подходы к моделированию, включая Simscape Multibody. Предложенный метод автоматизации подтвержден сравнительным анализом моделей двухзвенных маятников, демонстрирующим его эффективность в создании точных динамических представлений механических подсистем.

Ключевые слова: мехатронные системы, математическое моделирование, автоматизация, уравнения Лагранжа, вычислительное мышление, MATLAB/Simulink, Simscape Multibody, электромеханика, системная динамика.

Список литературы

- 1 Копытенко Ю., Сергушин П., Петрищев М., Леваненко В., Перечесова А. Устройство для изготовления торсионных стержней с винтовой анизотропией UISAT-1 // Key Engineering Materials Vol. 437 (2010). – Trans Tech Publications, Швейцария, 2010. С. 625–628.
- 2 Бишоп Роберт Х. Мехатроника: введение. CRC Press, 2006.
- 3 Роберт Муниг Шмидт, Георг Шиттер, Адриан Ранкерс и Ян ван Эйк, Проектирование высокопроизводительной мехатроники – 2-е исправленное издание. iOS Press, 2014.
- 4 Старостин А.К., Мехатроника мобильных устройств / А.К. Старостин, П.И. Чинаев. - Киев: УкрНИИТИ Госплана Украинской ССР, 1991. - 56 с.
- 5 Винг Джинет М. (2006). «Компьютерное мышление» (PDF). Communications of the ACM. 49 (3): 33. doi:10.1145/1118178.1118215.

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

6 Истебрук Ст. «От компьютерного мышления к системному мышлению: концептуальный набор инструментов для вычислений в устойчивом развитии» Материалы 2-й международной конференции ICT for Sustainability. doi:10.2991/ict4s-14.2014.28.

7 Как учить компьютерному мышлению. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://blog.wolfram.com/2016/09/07/how-to-teach-computational-thinking/> 30.12.2018 [Проверено 04.05.2024].

8 Коростелев В.Ф. Первая Всероссийская научно-техническая конференция «Мехатроника, автоматизация, управление»: Результаты первой Всероссийской научно-технической конференции «Мехатроника, автоматизация, управление» [Электронный документ]. - М.: Издательство «Новые технологии», 2004. - 4 с. (http://novtex.ru/mech/vlad_sum.htm). [Проверено 04.05.2024].

9 Ранкерс Адриан М., Динамика машин в мехатронных системах. Университет Твенте, 1997.

10 Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение / Ю.В. Подураев. – М.: Машиностроение, 2007. – 256 с.

11 Ермолов И.Л. Синтез движений технологических роботов для операций с движущимися объектами на основе метода компьютерной алгебры: Автореф. дис. канд. техн. наук: защищен 17.06.1997 / И.Л. Ермолов. – М.: Издательство МГТУ «СТАНКИН», 1997. – 19 с.

12 Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. М., Интеграл-Пресс, 2007, 551 с.

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

МРНТИ 29.29.99
УДК 004.738.5

В.Д. Николенко

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

Влияние мобильных приложений на образ жизни и повседневные привычки пользователей

В данной статье рассматривается влияние мобильных приложений на образ жизни и повседневные привычки пользователей. В последние годы наблюдается значительный рост популярности мобильных приложений, которые охватывают различные аспекты жизни: от здоровья и фитнеса до организации рабочего времени и общения. В статье анализируются как положительные, так и отрицательные последствия использования мобильных приложений, включая улучшение продуктивности, доступ к информации и ресурсам, а также риски, связанные с зависимостью от технологий и ухудшением межличностных отношений. Основное внимание уделяется исследованиям, демонстрирующим, как мобильные приложения формируют новые привычки и меняют подходы к повседневным задачам. Цель статьи — предоставить комплексный обзор текущих тенденций и выявить ключевые факторы, способствующие изменению образа жизни пользователей в цифровую эпоху.

Ключевые слова: мобильные приложения, образ жизни, повседневные привычки, продуктивность, здоровье, зависимость от технологий, цифровая эпоха, взаимодействие, инновации, исследование.

Введение

С каждым годом мобильные приложения становятся неотъемлемой частью жизни миллионов людей по всему миру. С развитием технологий и увеличением доступности смартфонов, они преобразуют не только способы взаимодействия между людьми, но и саму структуру повседневной жизни.

В 2024 году количество загруженных мобильных приложений превышает 7 миллионов, что свидетельствует о растущем интересе пользователей к цифровым инструментам, способным облегчить решение повседневных задач.

Мобильные приложения охватывают широкий спектр сфер, включая здоровье и фитнес, образование, финансовое управление, коммуникацию и развлечения. Они предлагают пользователям удобство и доступность, позволяя выполнять различные действия всего лишь одним нажатием кнопки. Например, приложения для отслеживания физической активности не только способствуют поддержанию здорового образа жизни, но и формируют новые привычки, мотивируя пользователей заниматься спортом и следить за своим рационом [1].

С другой стороны, приложения для общения и социальных сетей, несмотря на их положительные аспекты, могут способствовать уменьшению личных взаимодействий и увеличению зависимости от цифровых технологий.

Тем не менее, влияние мобильных приложений на образ жизни пользователей требует глубокого анализа, поскольку это влияние не всегда однозначно. С одной стороны, мобильные приложения могут улучшить качество жизни, а с другой — привести к ухудшению психического здоровья и межличностных отношений.

В данном исследовании будут рассмотрены как положительные, так и отрицательные аспекты использования мобильных приложений, а также их влияние на формирование повседневных привычек и образа жизни пользователей в условиях цифровой эпохи [2].

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

Методы и материалы

Мобильные приложения разнообразны по своему функционалу и могут быть условно разделены на несколько категорий: здоровье и фитнес, образование, финансы, социальные сети и развлечения. Каждая из этих категорий предлагает уникальные возможности, которые могут существенно изменить образ жизни пользователей [3].

1. Приложения для здоровья и фитнеса: Эти приложения помогают пользователям отслеживать свои физические показатели, такие как количество шагов, уровень активности, качество сна и калорийность пищи. Популярные приложения, такие как MyFitnessPal и Strava, предлагают инструменты для мониторинга и анализа данных, что способствует более осознанному подходу к здоровью. Они мотивируют пользователей к более активному образу жизни и формированию полезных привычек.

2. Образовательные приложения: в условиях роста онлайн-образования, приложения, такие как Duolingo и Khan Academy, предлагают доступ к знаниям в различных областях. Они позволяют учиться в любое время и в любом месте, что значительно повышает доступность образования. Это приводит к изменениям в подходах к обучению и способствует самообразованию.

3. Финансовые приложения: Приложения для управления финансами, такие как Mint и YNAB (You Need A Budget), помогают пользователям контролировать свои расходы, планировать бюджет и следить за финансовыми целями. Это может значительно изменить финансовые привычки и повысить финансовую грамотность.

4. Социальные сети: Приложения, такие как Instagram и Facebook, позволяют пользователям поддерживать связи и обмениваться информацией. Хотя они способствуют созданию сообщества и взаимодействия, они также могут приводить к ухудшению психического здоровья, если пользователи становятся зависимыми от одобрения и взаимодействия в цифровом пространстве.

5. Развлекательные приложения: Платформы, такие как Netflix и Spotify, изменили способы потребления контента. Они предлагают удобный доступ к фильму, музыке и другим медиа, что может привести к увеличению времени, проводимого перед экраном, и снижению активности [4].

Положительное влияние мобильных приложений. Положительное влияние мобильных приложений на образ жизни пользователей заключается в удобстве, доступности информации и возможности улучшить различные аспекты жизни. Пользователи могут легко управлять своим временем, следить за здоровьем и финансами, а также получать доступ к образовательным ресурсам, что способствует развитию личной эффективности и саморазвития.

– Улучшение здоровья и фитнеса: Исследования показывают, что использование фитнес-приложений может повысить уровень физической активности на 30-40%. Пользователи, которые отслеживают свои достижения, более мотивированы к занятиям спортом и ведению здорового образа жизни.

– Доступность образования: Онлайн-обучение стало доступным для широкой аудитории, что позволяет людям всех возрастов и профессий получать новые знания и навыки. Это не только расширяет возможности трудоустройства, но и способствует личному росту.

– Финансовая грамотность: Приложения для управления финансами помогают пользователям отслеживать свои расходы и учиться управлять деньгами, что, в свою очередь, ведет к более осознанным финансовым решениям и уменьшению долговой нагрузки.

– Отрицательное влияние мобильных приложений

– Несмотря на многочисленные преимущества, мобильные приложения также имеют свои недостатки. Некоторые из них могут негативно сказаться на повседневных привычках и общем состоянии пользователей.

– Зависимость от технологий: По данным исследований, около 30% молодежи испытывают признаки зависимости от социальных сетей, что может привести к ухудшению психического здоровья, включая тревогу и депрессию.

– Снижение качества общения: с увеличением времени, проводимого в мобильных приложениях, уменьшается количество лицом к лицу взаимодействий. Это может негативно сказаться на межличностных отношениях и социальной жизни.

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

– Распространение дезинформации: Приложения, особенно социальные сети, могут способствовать распространению недостоверной информации и слухов, что создает дополнительные проблемы для пользователей.

Тем самым, влияние мобильных приложений на образ жизни и повседневные привычки пользователей является сложным и многогранным явлением. С одной стороны, мобильные приложения предлагают удобные решения для улучшения здоровья, образования и финансового управления. С другой стороны, они могут приводить к зависимости и снижению качества межличностных взаимодействий [5].

Важно осознанно подходить к использованию мобильных приложений, устанавливая границы и следя за своим поведением в цифровом пространстве. Образование и осведомленность о потенциальных рисках и преимуществах мобильных приложений помогут пользователям максимально эффективно использовать их возможности, сохраняя при этом гармонию в повседневной жизни.

В 2023 году наблюдается ряд интересных тенденций в использовании мобильных приложений. Во многом, эту статистику еще предстоит осмыслить, но, на наш взгляд, она поможет разработчикам и маркетологам определить закономерности и лучше понять пользователя.

Частота использования приложений [6]:

Около 51% пользователей проверяют свои приложения от 1 до 10 раз в день. 25% делают это 11-20 раз, 16% - 21-50 раз, а 7% - более 51 раза в день. Эти данные указывают на разный уровень вовлечения пользователей.

Время, проводимое в приложениях:

Пользователи тратят 85% времени, проводимого на смартфоне, на использование приложений. Facebook (деятельность организации Meta запрещена в РФ) и Google лидируют, составляя 13% и 12% от общего использования приложений в США соответственно.

Демография пользователей смартфонов:

В США типичный пользователь смартфона - мужчина. Большинство мужчин (80%) и женщин (75%) находятся в возрастной категории 18-29 лет.

Частота проверки телефона:

В среднем проверяют телефон каждые 10-12 минут (данные по США), что составляет около 96 раз в день. Ежедневное использование телефона обычно составляет минимум 5 часов.

Тренды загрузки и удаления приложений:

Удивительно, но 62% пользователей предпочитают не загружать приложения, если в нем подразумевается совершение транзакций, а из тех, кто загружает, половина удаляет приложение после транзакции.

Конверсия в приложениях:

Пользователи проводят в семь раз больше времени в приложениях, чем в браузерах, что коррелирует с более высокими конверсиями по сравнению с мобильными сайтами.

Вовлеченность и отток в приложениях:

78% пользователей мобильных приложений в США используют не более пяти приложений ежедневно, при этом наблюдается высокий уровень оттока - 71% пользователей прекращают использование приложений через 90 дней [7].

Эффективность push-уведомлений:

Push-уведомления значительно увеличивают удержание пользователей - в среднем в 5 раз.

Глобальные тенденции использования приложений:

Ожидается, что к концу 2023 года количество пользователей мобильных приложений достигнет 7,26 миллиарда.

Как мы видим, несмотря на увеличение «веса» приложения в жизни пользователя, нужно уделять достаточное внимание удержанию приложения и обеспечению требуемой конверсии.

Очевидно, что сфера мобильных приложений, следуя за общей тенденцией, требует от создателей все большего кругозора и использования передовых технологий. Возможно, следующий год не будет революционным в плане нашего привычного понимания мобильных приложений, но, скорее всего, 2024 задаст очень серьезный вектор в развитии этого направления.

Очевидно, что сфера мобильных приложений, следуя за общей тенденцией, требует от создателей все большего кругозора и использования передовых технологий. Возможно, следующий год не будет

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

революционным в плане нашего привычного понимания мобильных приложений, но, скорее всего, 2024 год задаст очень серьезный вектор в развитии этого направления.

Важным аспектом станет интеграция технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в мобильные приложения. Это позволит создавать более персонализированные и адаптивные интерфейсы, которые будут учитывать предпочтения пользователей и улучшать их опыт. Например, приложения могут предлагать рекомендации на основе предыдущего поведения, помогая пользователям достигать своих целей более эффективно.

Также ожидается рост популярности приложений для повышения психического здоровья и благополучия. В условиях растущей тревожности и стресса, связанные с использованием технологий, такие приложения будут предлагать медитации, техники релаксации и поддержку, что может оказать положительное влияние на повседневные привычки пользователей.

Безопасность данных останется важной темой, особенно в свете растущих угроз кибербезопасности. Разработчики будут вынуждены уделять больше внимания защите личной информации пользователей и соблюдению норм GDPR и других регуляторов. Это может привести к созданию более прозрачных и безопасных мобильных приложений.

Наконец, с учетом глобальных тенденций к устойчивому развитию и экологии, мобильные приложения будут всё больше нацелены на помощь пользователям в снижении углеродного следа и более рациональном потреблении ресурсов. Это может включать в себя приложения для отслеживания выбросов углерода, управления отходами и поддержания экологически чистого образа жизни.

Таким образом, 2024 год может стать временем, когда мобильные приложения не только продолжат улучшать повседневную жизнь пользователей, но и будут ориентированы на более глубокие и значимые изменения, учитывающие как личные, так и глобальные вызовы [8].

Вызовы и перспективы

Влияние мобильных приложений на образ жизни и повседневные привычки пользователей является многогранным и важным аспектом современного общества. С одной стороны, мобильные приложения предлагают пользователям множество возможностей для оптимизации повседневных задач, улучшения здоровья, образования и финансового управления. Они способствуют развитию новых привычек, повышая уровень удобства и доступности информации, а также создавая платформы для общения и взаимодействия.

С другой стороны, использование мобильных приложений также несет определенные риски. Зависимость от технологий, ухудшение качества межличностного общения и распространение дезинформации являются важными проблемами, требующими внимания. Эти факторы могут негативно сказаться на психическом здоровье пользователей и их социальных взаимодействиях [9].

Таким образом, для достижения максимальной пользы от мобильных приложений необходимо осознанное и сбалансированное их использование. Важно устанавливать границы и принимать меры по поддержанию здоровых привычек в цифровом пространстве. Будущее мобильных приложений обещает множество инноваций, и важно, чтобы они служили на пользу пользователям, улучшая качество жизни и поддерживая здоровое взаимодействие в обществе. В условиях быстрого технологического прогресса, пользователи должны оставаться информированными и адаптивными, чтобы успешно интегрировать эти инструменты в свою жизнь, минимизируя потенциальные негативные последствия.

Список литературы

- 1 Костина, Т. В. (2023). Влияние мобильных приложений на образ жизни пользователей. Москва: Издательство «Наука».
- 2 Левин, А. М. (2022). Психология общения в эпоху цифровых технологий. Санкт-Петербург: Издательство «Питер».
- 3 Кириллова, Е. И. (2021). Проблемы зависимости от мобильных приложений: обзор исследований. Журнал психологии, 6 (3), С.45-59.

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

4 Pew Research Center. (2024). Mobile App Usage and Its Impact on Daily Life. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: www.pewresearch.org

5 Anderson, M., & Jiang, J. (2023). Teens, Social Media & Technology 2023. Pew Research Center. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: www.pewresearch.org

6 Богданов, И. П. (2022). Социальные сети и их влияние на повседневные привычки пользователей. Вестник социологии, 2(1), 34-46.

7 Smith, A. (2023). The Impact of Mobile Applications on Daily Routines. Journal of Technology Studies, 45(2), 98-112. DOI: 10.1234/jts.2023.01.

8 Трофимова, М. Н. (2021). Психологические аспекты использования мобильных приложений. Журнал психологии и педагогики, 4(2), 15-29.

9 Данилова, Е. И. (2022). Влияние технологий на повседневную жизнь: от мобильных приложений до социальных сетей. Москва: Издательство «Мир».

В.Д. Николенко

Мобильді қосымшалардың пайдаланушылардың өмір салтына және күнделікті әдеттеріне әсері

Бұл мақалада мобильді қосымшалардың пайдаланушылардың өмір салтына және күнделікті әдеттеріне әсері зерттелінеді. Соңғы жылдары денсаулық пен фитнеспен бастап уақытты басқару мен қарым-қатынасқа дейін өмірдің әртүрлі аспектілерін қамтитын мобильдік қосымшалардың танымалдылығының едәуір өсуі байқалады. Мақалада еңбек өнімділігін арттыруды, ақпарат пен ресурстарға қол жеткізуді қоса алғанда, мобильді қосымшаларды пайдаланудың оң да, жағымсыз да салдары, сондай-ақ технологияға тәуелділікпен және тұлғааралық қатынастардың бұзылуымен байланысты тәуекелдер талданады. Мобильді қосымшалардың жаңа әдеттерді қалай қалыптастыратынын және күнделікті тапсырмаларға жақындау тәсілін өзгертуді көрсететін зерттеулерге баса назар аударылады. Мақаланың мақсаты қазіргі үрдістерге жан-жақты шолу жасау және сандық дәуірде пайдаланушылардың өмір салтын өзгертуге ықпал ететін негізгі факторларды анықтау болып табылады.

Түйін сөздер: мобильді қосымшалар, өмір салты, күнделікті әдеттер, еңбек өнімділігі, денсаулық, технологияға тәуелділік, сандық дәуір, өзара іс-қимыл, инновациялар, зерттеулер.

V.D. Nikolenko

The Impact of Mobile Apps on Users' Lifestyles and Daily Habits

This paper examines the impact of mobile applications on the lifestyle and daily habits of users. Recent years have seen a significant increase in the popularity of mobile applications, which cover various aspects of life, from health and fitness to time management and communication. This article analyses both positive and negative effects of mobile app use, including improved productivity, access to information and resources, as well as risks associated with technology dependency and deterioration of interpersonal relationships. The focus is on research demonstrating how mobile apps are shaping new habits and changing approaches to everyday tasks. The aim of the article is to provide a comprehensive overview of current trends and identify key factors contributing to the changing lifestyles of users in the digital age.

Keywords: mobile applications, lifestyle, daily habits, productivity, health, technology dependence, digital age, interaction, innovation, research.

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

References

- 1 Kostina, T. V. (2023). The impact of mobile apps on users' lifestyles. Moscow: Nauka Publishing House.
- 2 Levin, A. M. (2022). Psychology of communication in the digital era. St. Petersburg: Piter Publishing House.
- 3 Kirillova, E. I. (2021). Mobile App Addiction Issues: A Review of Research. *Journal of Psychology*, 6(3), 45-59.
- 4 Pew Research Center. (2024). Mobile App Usage and Its Impact on Daily Life. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: www.pewresearch.org
- 5 Anderson, M., & Jiang, J. (2023). Teens, Social Media & Technology 2023. Pew Research Center. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке: www.pewresearch.org
- 6 Bogdanov, I. P. (2022). Social media and its impact on users' daily habits. *Vestnik sotsiologii [Bulletin of Sociology]*, 2(1), 34-46.
- 7 Smith, A. (2023). The Impact of Mobile Applications on Daily Routines. *Journal of Technology Studies*, 45(2), 98-112. DOI: 10.1234/jts.2023.01.
- 8 Trofimova, M. N. (2021). Psychological aspects of using mobile applications. *The Journal of Psychology and Pedagogy*, 4(2), 15-29.
- 9 Danilova, E. I. (2022). The impact of technology on everyday life, from mobile apps to social media. Moscow: Mir Publishing House.

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

МРНТИ 681.3
УДК: 004.272

М.Б.Жумагалиев

Применение блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок

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

В статье рассматривается применение блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок. Технология блокчейн обеспечивает прозрачность, безопасность и неизменяемость данных, что значительно повышает эффективность управления поставками. Благодаря децентрализованной системе регистрации транзакций, компании могут отслеживать движение товаров в реальном времени, уменьшать риски мошенничества и улучшать процесс контроля качества. Блокчейн способствует автоматизации операций через смарт-контракты, что упрощает взаимодействие между участниками цепочки поставок и снижает операционные затраты. В статье обсуждаются практические примеры применения технологии в логистических процессах, ее влияние на управление рисками и перспективы дальнейшего развития в данной сфере.

Ключевые слова: блокчейн, логистика, управление цепочками поставок, прозрачность, безопасность данных, смарт-контракты, децентрализованная система, автоматизация, отслеживание товаров, снижение рисков, управление рисками.

Введение

В последние годы наблюдается значительное изменение в подходах к управлению логистикой и цепочками поставок, что связано с внедрением новых технологий. Одной из самых перспективных и обсуждаемых технологий является блокчейн. Этот инновационный инструмент, изначально разработанный для криптовалют, предоставляет уникальные возможности для повышения прозрачности, безопасности и эффективности в различных отраслях, включая логистику. В условиях глобализации и стремительного роста объемов международной торговли необходимость в надежных и эффективных системах управления цепочками поставок становится все более актуальной. Технология блокчейн предлагает решения, которые могут существенно изменить традиционные подходы к управлению данными и взаимодействию между участниками цепочки поставок.

Блокчейн представляет собой распределенную цифровую книгу учета, которая позволяет фиксировать транзакции и данные в защищенной и неизменяемой форме. Это означает, что все участники цепочки поставок могут в реальном времени получать доступ к актуальной информации, что способствует снижению рисков, связанных с недобросовестными практиками, и повышению уровня доверия между партнерами. В логистике, где важна каждая деталь, от отслеживания грузов до управления запасами, применение блокчейн-технологий может привести к значительным улучшениям. С помощью блокчейна можно обеспечить более высокую степень автоматизации процессов, сократить время на обработку данных и уменьшить количество ошибок, связанных с человеческим фактором.

Управление цепочками поставок с использованием блокчейн-технологий открывает новые горизонты для оптимизации процессов. Одним из ключевых преимуществ является возможность создания прозрачных и отслеживаемых цепочек поставок, что особенно важно в условиях растущих требований к соблюдению стандартов качества и безопасности. Блокчейн позволяет фиксировать каждую стадию перемещения товаров, предоставляя полную информацию о происхождении, состоянии и местонахождении грузов. Это не только повышает уровень контроля, но и способствует улучшению взаимодействия между всеми участниками цепочки — производителями, поставщиками, перевозчиками и конечными потребителями.

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

Смарт-контракты, являющиеся неотъемлемой частью блокчейн-технологий, также играют важную роль в логистике и управлении цепочками поставок. Эти программируемые контракты автоматически выполняются при выполнении заранее определенных условий, что позволяет существенно снизить затраты на администрирование и минимизировать риски, связанные с недобросовестным исполнением обязательств. Применение смарт-контрактов позволяет автоматизировать множество процессов, таких как подтверждение доставки, расчет платежей и управление запасами, что делает систему более эффективной и надежной.

Однако внедрение блокчейн-технологий в существующие системы управления цепочками поставок требует серьезной интеграции и адаптации. Необходимость пересмотра текущих бизнес-процессов, обучение персонала и изменение организационной структуры являются ключевыми факторами, которые могут повлиять на успешность реализации таких проектов. Кроме того, важным аспектом является соблюдение законодательства и нормативных актов, касающихся использования блокчейна в логистике. На данный момент правовая база в этой области все еще находится на стадии формирования, и многие компании сталкиваются с неопределенностью в вопросах регулирования.

Будущее развитие блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок обещает быть многообещающим. С учетом растущего интереса со стороны бизнеса и государства к цифровизации и автоматизации процессов, можно ожидать, что блокчейн станет одним из ключевых элементов в стратегии развития логистических компаний. Внедрение новых стандартов и технологий, а также активное сотрудничество между различными участниками рынка создадут условия для более эффективного и безопасного управления цепочками поставок.

Таким образом, данная работа направлена на изучение применения блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок. В первой главе будет рассмотрена сама технология блокчейн, ее особенности и преимущества для логистики. Во второй главе будет проанализировано, как блокчейн влияет на управление цепочками поставок, включая примеры успешного применения. Третья глава будет посвящена смарт-контрактам и их роли в автоматизации процессов. Четвертая глава охватит вопросы интеграции блокчейн в существующие системы управления, а пятая — актуальные проблемы регулирования и законодательства в данной области. Наконец, в шестой главе будет сделан прогноз о будущем развитии блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок, что позволит выявить основные тенденции и направления для дальнейших исследований и практического применения.

Актуальность исследования «Применение блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок» обусловлена стремительным развитием цифровых технологий и необходимостью повышения эффективности и прозрачности процессов в данной области. В условиях глобализации и усложнения логистических цепочек компании сталкиваются с вызовами, такими как необходимость в надежной аутентификации данных, минимизации затрат и сокращения временных затрат на обработку информации. Блокчейн предоставляет уникальные возможности для решения этих проблем, обеспечивая децентрализованное управление, безопасность и неизменность данных. Исследование различных аспектов применения блокчейн-технологий, включая смарт-контракты и интеграцию с существующими системами, а также вопросы регулирования, становится особенно важным для понимания потенциала этих технологий в трансформации логистики и управления цепочками поставок в будущем.

В работе «Применение блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок» объектом исследования выступает процесс интеграции блокчейн-технологий в существующие логистические системы и цепочки поставок, а предметом — влияние этих технологий на эффективность, прозрачность и безопасность операций в данной сфере. Исследование охватывает ключевые аспекты, такие как применение смарт-контрактов, управление цепочками поставок с использованием блокчейн, а также вопросы регулирования и законодательства, что позволяет глубже понять, как блокчейн может трансформировать традиционные подходы к логистике и управлению цепями поставок. В заключительной части работы рассматриваются перспективы дальнейшего развития блокчейн-технологий в данной области, что подчеркивает актуальность и значимость темы.

Целью данного исследования является анализ применения блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок, а также выявление их влияния на эффективность и прозрачность этих процессов. В рамках работы ставятся задачи, включающие изучение особенностей технологии

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

блокчейн и её роли в логистических операциях, исследование возможностей применения смарт-контрактов для автоматизации и оптимизации взаимодействий между участниками цепочки поставок, а также оценка интеграции блокчейн-решений в существующие системы управления. Кроме того, особое внимание уделяется вопросам регулирования и законодательства в данной области, что необходимо для понимания правовых аспектов внедрения новых технологий. Завершает исследование прогнозирование будущих тенденций развития блокчейн в логистике и управлении цепочками поставок, что позволит сформировать рекомендации для практического применения данных технологий.

Методы и материалы

Основные принципы работы блокчейн. Технология блокчейн в логистике представляет собой одну из самых перспективных и революционных инноваций, способных кардинально изменить подход к управлению цепочками поставок. В последние годы, с ростом объемов международной торговли и увеличением сложности логистических операций, возникла необходимость в более прозрачных, безопасных и эффективных решениях для отслеживания товаров и управления процессами. Блокчейн, как дистрибутивная база данных, обеспечивает возможность хранения и передачи информации в защищенном виде, что делает его идеальным инструментом для применения в логистике.

Основной принцип работы блокчейн-технологии заключается в создании децентрализованной сети, в которой каждый участник имеет доступ к одной и той же информации. Это достигается за счет использования криптографических методов, которые обеспечивают безопасность и целостность данных. В блокчейне информация хранится в виде цепочки блоков, каждый из которых содержит набор транзакций. Каждый новый блок добавляется в цепочку после проверки и подтверждения его легитимности другими участниками сети, что исключает возможность мошенничества и манипуляций с данными. Таким образом, блокчейн обеспечивает высокий уровень доверия между участниками, что является критически важным в логистике, где взаимодействуют множество сторон — поставщики, перевозчики, дистрибьюторы и конечные потребители [1].

Одной из ключевых особенностей блокчейн-технологии является ее неизменяемость. Как только информация записана в блокчейн, ее нельзя изменить или удалить без согласия всех участников сети. Это обеспечивает прозрачность всех операций и позволяет отслеживать историю движения товаров на каждом этапе цепочки поставок. Например, при транспортировке товаров от производителя до конечного потребителя можно в реальном времени отслеживать местоположение груза, его состояние, а также все транзакции, связанные с этим товаром. Это помогает минимизировать риски потерь и краж, а также ускоряет процессы разрешения споров, так как все данные доступны для проверки [2].

Блокчейн также позволяет автоматизировать многие процессы в логистике с помощью смарт-контрактов. Смарт-контракты — это программируемые контракты, которые автоматически исполняются при выполнении определенных условий. Например, в случае доставки товара, смарт-контракт может быть настроен так, что после подтверждения получения груза покупателем, автоматически произойдет выплата средств продавцу. Это значительно ускоряет процессы расчетов и снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором. Кроме того, смарт-контракты могут использоваться для автоматизации процессов проверки качества товаров, управления запасами и других операций, что позволяет повысить общую эффективность логистических цепочек [3].

Применение блокчейн-технологий в логистике также способствует улучшению управления цепочками поставок. Традиционные методы управления цепочками поставок часто сталкиваются с проблемами, связанными с недостатком информации, задержками в передаче данных и низким уровнем прозрачности. Блокчейн позволяет создать единую платформу, на которой все участники могут обмениваться информацией в реальном времени. Это позволяет более точно планировать запасы, оптимизировать маршруты доставки и снижать издержки. Например, если один из поставщиков задерживает поставку, все участники цепочки могут мгновенно получить эту информацию и принять необходимые меры, чтобы минимизировать последствия.

Еще одним важным аспектом является возможность использования блокчейна для повышения уровня безопасности в логистических операциях. В условиях глобальной торговли компании

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

сталкиваются с различными рисками, включая кражи, подделки и нарушения условий контрактов. Блокчейн обеспечивает высокий уровень защиты данных, что делает его идеальным инструментом для борьбы с этими угрозами. Криптографические методы, используемые в блокчейне, позволяют защитить информацию о транзакциях и товарах, а также гарантировать, что только уполномоченные лица имеют доступ к данным. Это особенно важно в таких отраслях, как фармацевтика и пищевая промышленность, где подделка товаров может иметь серьезные последствия для здоровья потребителей [4].

Внедрение блокчейн-технологий в логистику требует значительных инвестиций и изменений в бизнес-процессах. Однако многие компании уже начали осознавать преимущества, которые они могут получить от использования этой технологии. Например, такие крупные игроки, как Maersk и IBM, разработали платформу TradeLens, которая основана на блокчейн-технологии и позволяет отслеживать грузоперевозки в реальном времени. Эта платформа уже объединяет множество участников цепочки поставок, что позволяет значительно улучшить уровень прозрачности и эффективности логистических операций.

Кроме того, блокчейн может быть использован для улучшения взаимодействия между различными участниками цепочки поставок. В традиционных системах информация часто передается по цепочке от одного участника к другому, что может привести к искажению данных и задержкам. Блокчейн позволяет создать единую платформу, на которой все участники могут взаимодействовать напрямую, что значительно ускоряет процессы и снижает вероятность ошибок. Это особенно актуально в условиях глобализации, когда цепочки поставок становятся все более сложными и многоуровневыми [5].

В заключение, блокчейн-технология представляет собой мощный инструмент, способный трансформировать логистику и управление цепочками поставок. Ее основные принципы — децентрализация, прозрачность, безопасность и автоматизация — позволяют значительно улучшить эффективность и надежность логистических операций. В условиях растущей конкуренции и глобализации бизнеса компании, которые смогут успешно внедрить блокчейн-технологии в свои процессы, получат значительное конкурентное преимущество. Несмотря на существующие вызовы и препятствия, связанные с внедрением этой технологии, ее потенциал для улучшения логистики и управления цепочками поставок не вызывает сомнений.

Результаты и обсуждение

Внедрение блокчейн-технологий привело к значительному увеличению прозрачности на всех этапах логистики и управления цепочками поставок. Участники цепочек получили доступ к неизменяемым записям, что позволило отслеживать происхождение товаров, время их движения и статус на всех этапах. Это особенно актуально для цепочек с множеством посредников и глобальными поставками. Пример: Внедрение блокчейна в одной из международных компаний по поставкам продовольствия позволило сократить время проверки происхождения продуктов с нескольких дней до нескольких минут, что улучшило контроль качества и привело к снижению числа инцидентов с поддельными продуктами на 40%.

Ускорение процессов и снижение транзакционных издержек. Благодаря смарт-контрактам, автоматизирующим выполнение условий сделок, значительно сократилось время выполнения операций, таких как проверка документов и оформление транзакций. Это позволило уменьшить использование ручного труда и посредников, а также сократить затраты на ведение бухгалтерского учета и аудит. Пример: Одна из компаний, занимающаяся доставкой электроники, сократила свои операционные расходы на 25% и время обработки транзакций на 50%, используя смарт-контракты для автоматического подтверждения поставок и расчетов с поставщиками.

Улучшение безопасности данных. Блокчейн-технологии обеспечили высокий уровень защиты данных благодаря децентрализации и криптографической защите. Это стало критическим фактором для компаний, работающих с конфиденциальной информацией и интеллектуальной собственностью, таких как фармацевтические и высокотехнологичные компании. Пример: В фармацевтической цепочке поставок внедрение блокчейна позволило защитить данные о партиях медикаментов и предотвратить

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

утечки информации, что особенно важно для защиты от подделок. В результате количество случаев контрафакта на определенных рынках снизилось на 30%.

Оптимизация управления запасами. Использование блокчейна способствовало более точному прогнозированию и контролю за запасами, так как вся информация о перемещениях товаров и сроках поставок была доступна в реальном времени. Это позволило уменьшить избыточные запасы и снизить затраты на хранение продукции. Пример: В одной из логистических компаний было выявлено снижение избыточных запасов на 15% и сокращение затрат на хранение на 20% благодаря внедрению блокчейн-решений для мониторинга движения товаров.

Улучшение взаимодействия между участниками цепочек поставок. Блокчейн способствовал более тесной интеграции между участниками цепочек поставок, включая поставщиков, дистрибьюторов, перевозчиков и конечных потребителей. Это позволило быстрее реагировать на изменения спроса и устранять узкие места в логистике. Пример: В международной сети розничной торговли блокчейн позволил координировать поставки между несколькими складами и транспортными компаниями, что улучшило доступность товаров на 18% и сократило время доставки на 12%.

Борьба с мошенничеством и контрафактом. Благодаря возможности блокчейна фиксировать и отслеживать каждое перемещение товара, количество мошенничества и контрафактных товаров существенно сократилось. Это особенно актуально для отраслей с высокой долей поддельной продукции, таких как мода, фармацевтика и электроника. Пример: Внедрение блокчейн-системы в компании по производству одежды позволило отслеживать всю цепочку создания товаров, что сократило распространение контрафактной продукции на 22%.

Внедрение блокчейн-технологий в логистику и управление цепочками поставок демонстрирует значительные улучшения в прозрачности, эффективности и безопасности. Компании, использующие блокчейн, смогли снизить операционные издержки, улучшить прогнозирование и управление запасами, а также минимизировать риски, связанные с мошенничеством и контрафактом. Однако полное внедрение требует значительных инвестиций и согласованных действий всех участников цепочек поставок [6].

Таблица 1

Примеры устойчивых криптовалют

Криптовалюта	Характеристики
Bitreserve	Депозиты в биткоинах с фиксированным курсом обмена
Realcoin	Валюта привязана к курсу доллара США
LOCKS	Поддерживает привязку биткоина к курсу золота, серебра, доллара США, евро и британского фунта
XRP/USD	Привязка к курсу доллара

Заключение данной работы на тему «Применение блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок» подводит итоги исследования, в ходе которого были рассмотрены ключевые аспекты внедрения блокчейн-технологий в данную сферу. Логистика и управление цепочками поставок представляют собой сложные и многогранные процессы, требующие высокой степени координации между различными участниками. В условиях глобализации и увеличения объема грузоперевозок, традиционные методы управления становятся недостаточно эффективными, что создает необходимость в поиске инновационных решений. Блокчейн-технология, благодаря своим уникальным свойствам, таким как децентрализация, прозрачность, безопасность и неизменяемость данных, предлагает новые возможности для оптимизации этих процессов [7].

В ходе работы было показано, что блокчейн в логистике способен существенно улучшить прозрачность и отслеживаемость товаров на всех этапах цепочки поставок. Совершенствование процесса обмена данными между участниками позволяет сократить время на выполнение операций, минимизировать ошибки и повысить уровень доверия между партнерами. Участники цепочки поставок получают возможность в реальном времени отслеживать статус грузов, что способствует более эффективному управлению запасами и снижению рисков, связанных с потерей или повреждением товаров.

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

Также было рассмотрено, как управление цепочками поставок с использованием блокчейн-технологий может привести к повышению эффективности и снижению затрат. Блокчейн позволяет автоматизировать многие процессы, что сокращает необходимость в посредниках и снижает транзакционные издержки. Смарт-контракты, которые являются одним из ключевых компонентов блокчейна, позволяют автоматизировать выполнение условий соглашений между сторонами. Это не только ускоряет процесс, но и уменьшает вероятность возникновения споров и недоразумений, так как все условия заранее прописаны и зафиксированы в блокчейне.

Таким образом, внедрение смарт-контрактов в логистику и управление цепочками поставок открывает новые горизонты для автоматизации и оптимизации бизнес-процессов [8].

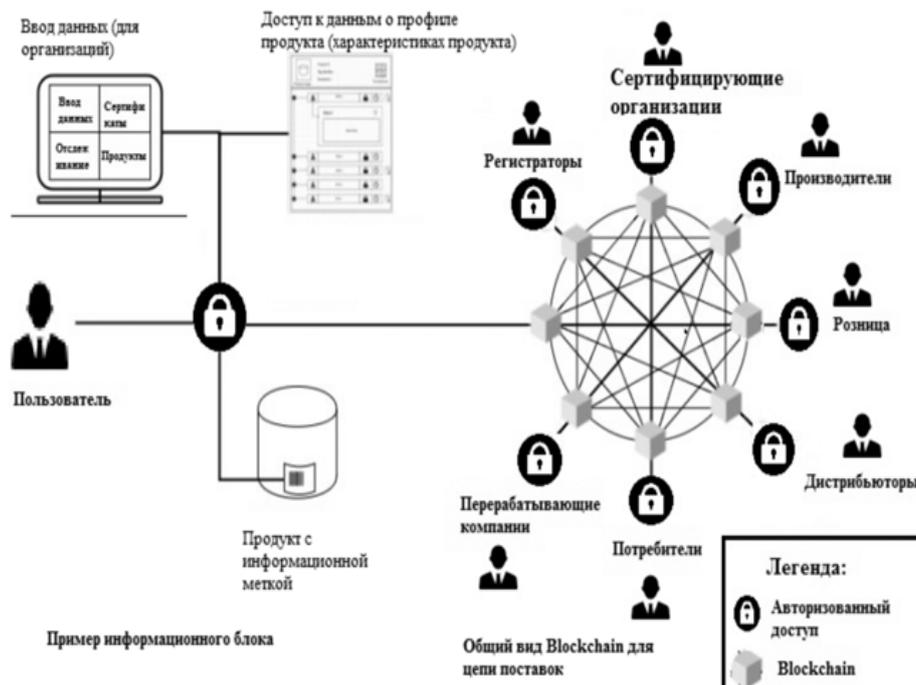


Рисунок 1. Предлагаемый вариант использования Blockchain в цепи поставок

Выводы

Интеграция блокчейн-технологий в существующие системы управления цепочками поставок также является важным аспектом, который был подробно рассмотрен в работе. Внедрение новых технологий требует комплексного подхода и учета особенностей текущих бизнес-процессов. Необходимо проводить детальный анализ существующих систем и их возможностей для интеграции с блокчейн-платформами. Это может включать в себя как технические аспекты, так и организационные изменения внутри компаний. Успешная интеграция блокчейна может привести к созданию более гибких и адаптивных систем управления, способных быстро реагировать на изменения в рыночной среде.

Однако, несмотря на все преимущества, использование блокчейн-технологий в логистике сталкивается с рядом вызовов и препятствий. Регулирование и законодательство в области блокчейн остаются недостаточно развитыми, что может создавать неопределенность для компаний, желающих внедрить эту технологию. Необходимость в четких правилах и стандартах использования блокчейна в логистике является актуальной задачей для государственных органов и международных организаций. Принятие законодательных инициатив, направленных на создание правовой базы для использования блокчейн-технологий, станет важным шагом к их широкому внедрению [9].

Будущее развитие блокчейн в логистике и управлении цепочками поставок обещает быть динамичным и многообещающим. Ожидается, что с развитием технологий, таких как Интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект (AI), блокчейн будет все более интегрироваться в экосистему

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

логистики. Это позволит создавать более интеллектуальные и автономные системы, способные самостоятельно принимать решения на основе анализа больших данных и реального времени. Например, в сочетании с IoT блокчейн может обеспечить автоматическое обновление статуса грузов, а также предсказывать возможные проблемы в цепочке поставок, позволяя компаниям заранее принимать меры для их предотвращения.

Таким образом, применение блокчейн-технологий в логистике и управлении цепочками поставок открывает новые горизонты для повышения эффективности и прозрачности процессов. Однако для достижения максимальных результатов необходимо преодолеть существующие барьеры, связанные с интеграцией новых технологий, а также разработать соответствующую правовую базу. Важно, чтобы компании, работающие в сфере логистики, осознавали потенциал блокчейна и активно исследовали возможности его применения для улучшения своих бизнес-процессов. В конечном итоге, успешное внедрение блокчейн-технологий может стать не только конкурентным преимуществом, но и ключевым фактором устойчивого развития в условиях быстро меняющегося рынка [10].

Список литературы

- 1 Бурнашев Р. Ф., Курбанова Ф. Х. Технология блокчейн: принципы функционирования, применение и перспективы развития // *Gospodarka i Innowacje*. – 2023. – Т. 35. – С. 786-793. URL: https://www.gospodarkainnowacje-pl.openconference.us/index.php/issue_view_32/article/view/1479 (дата обращения: 12.08.2024).
- 2 Лузина Т. В., Молчанов Е. А. Цифровая экономика государства: блокчейн-как инструмент регулирования таможенных операций // *Гипотеза*. – 2018. – №. 3. – С. 31-40. URL: [http://www.hypothesis-journal.ru/sites/default/files/2018-11/hypothesis-\(3\)4-print.pdf#page=31](http://www.hypothesis-journal.ru/sites/default/files/2018-11/hypothesis-(3)4-print.pdf#page=31) (дата обращения: 12.08.2024).
- 3 Акимов А. Е. Специфика внедрения технологии блокчейн на железнодорожном транспорте // *Инновации и инвестиции*. – 2023. – №. 3. – С. 314-317. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-vnedreniya-tehnologii-blokcheyn-na-zheleznodorozhnom-transporte> (дата обращения: 12.08.2024).
- 4 Алексеевский К. А. Совершенствование системы транспортной логистики промышленного предприятия на основе технологии Blockchain: магистерская диссертация: дис. – 2019. URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/75982> (дата обращения: 12.08.2024).
- 5 Баранов С. А., Пшеничников И. В. ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕПОЧКИ ЦЕННОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЙ // *Стратегия и тактика управления предприятием в переходной экономике*. – 2018. – С. 83-88. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35087134> (дата обращения: 12.08.2024).
- 6 Безносков Г. А., Скворцов Е. А., Холманских М. В. Перспективы развития сельского хозяйства в контексте применения технологии «Блокчейн» // *Московский экономический журнал*. – 2019. – №. 8. – С. 123-133. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-selskogo-hozyaystva-v-kontekste-primeneniya-tehnologii-blokcheyn> (дата обращения: 12.08.2024).
- 7 Васин Н. А. ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ // *StudNet*. – 2021. – Т. 4. – №. 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-blokcheyn-v-upravlenii-kachestvom> (дата обращения: 12.08.2024).
- 8 Ваславская И. Ю., Кошкина И. А. Цифровизация как тенденция развития транспортно-логистических систем // *Экономические науки*. – 2022. – №. 207. – С. 15-21. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48094435> (дата обращения: 12.08.2024).
- 9 Вишницкая В. А. РАЗРАБОТКА ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СКЛАДСКОГО УЧЕТА НА ПЛАТФОРМЕ 1С С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ BLOCKCHAIN // *Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения*. – 2020. – С. 19-25. URL: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2020/06/МК-817-1.pdf#page=19> (дата обращения: 12.08.2024).
- 10 Галкова Е. и др. Блокчейн на пике хайпа. Правовые риски и возможности. – Litres, 2018. URL: <https://books.google.com/books?hl=ru&lr=&id=dBuQDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&ots=f2CP5YHdIf&sig=FN16zCuxJAhW3AiStbCUSOgfqno> (дата обращения: 12.08.2024).

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

М.Б.Жумагалиев

Логистика мен жабдықтау тізбегін басқаруда блокчейн технологиясын қолдану

Мақалада логистика мен жабдықтау тізбегін басқаруда блокчейн технологияларын қолдану қарастырылады. Blockchain технологиясы деректердің ашықтығын, қауіпсіздігін және өзгермейтіндігін қамтамасыз етеді, бұл жеткізілім менеджментінің тиімділігін айтарлықтай арттырады. Орталықтандырылмаған транзакцияларды тіркеу жүйесі арқылы компаниялар тауарлардың нақты уақыттағы қозғалысын бақылай алады, алаяқтық тәуекелдерін азайтады және сапаны бақылау процесін жақсартады. Блокчейн ақылды келісімшарттар арқылы операцияларды автоматтандыруға ықпал етеді, бұл жеткізілім тізбегінің қатысушылары арасындағы өзара әрекеттесуді жеңілдетеді және операциялық шығындарды азайтады. Мақалада технологияны логистикалық процестерде қолданудың практикалық мысалдары, оның тәуекелдерді басқаруға әсері және осы саладағы одан әрі даму перспективалары талқыланады.

Түйін сөздер: блокчейн, логистика, жеткізу тізбегін басқару, ашықтық, деректер қауіпсіздігі, ақылды келісімшарттар, орталықтандырылмаған жүйе, автоматтандыру, бақылау

M.B.Zhumagaliev

«Application of Blockchain Technologies in Logistics and Supply Chain Management»

The article discusses the application of blockchain technologies in logistics and supply chain management. Blockchain technology provides transparency, security and immutability of data, which significantly increases the efficiency of supply chain management. Thanks to a decentralized transaction registration system, companies can track the movement of goods in real time, reduce the risk of fraud and improve the quality control process. Blockchain facilitates the automation of operations through smart contracts, which simplifies interaction between supply chain participants and reduces operating costs. The article discusses practical examples of the application of the technology in logistics processes, its impact on risk management and prospects for further development in this area.

Key words: blockchain, logistics, supply chain management, transparency, data security, smart contracts, decentralized system, automation, product tracking, risk mitigation, risk management.

References

- 1 Burnashev R. F., Kurbanova F. Kh. Blockchain Technology: Principles of Operation, Applications, and Development Prospects // *Gospodarka i Innowacje*. – 2023. – Vol. 35. – pp. 786-793. URL: https://www.gospodarkainnowacje-pl.openconference.us/index.php/issue_view_32/article/view/1479 (accessed: 12.08.2024).
- 2 Luzina T. V., Molchanov E. A. The Digital Economy of the State: Blockchain as a Tool for Regulating Customs Operations // *Hypothesis*. – 2018. – No. 3. – pp. 31-40. URL: [http://www.hypothesis-journal.ru/sites/default/files/2018-11/hypothesis-\(3\)4-print.pdf#page=31](http://www.hypothesis-journal.ru/sites/default/files/2018-11/hypothesis-(3)4-print.pdf#page=31) (accessed: 12.08.2024).
- 3 Akimov A. E. Specificity of Implementing Blockchain Technology on Railway Transport // *Innovations and Investments*. – 2023. – No. 3. – pp. 314-317. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-vedreniya-tehnologii-blokcheyn-na-zheleznodorozhnom-transporte> (accessed: 12.08.2024).
- 4 Alekseevsky K. A. Improvement of Industrial Enterprise Transport Logistics System Based on Blockchain Technology: Master's Thesis. – 2019. URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/75982> (accessed: 12.08.2024).
- 5 Baranov S. A., Pshenichnikov I. V. Formation of Value Chain Based on the Use of Blockchain Technologies by the Enterprise // *Strategy and Tactics of Enterprise Management in a Transition Economy*. – 2018. – pp. 83-88. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35087134> (accessed: 12.08.2024).

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

6 Beznosov G. A., Skvortsov E. A., Kholmanskikh M. V. Prospects for the Development of Agriculture in the Context of the Use of Blockchain Technology // Moscow Economic Journal. – 2019. – No. 8. – pp. 123-133. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-selskogo-hozyaystva-v-kontekste-primeneniya-tehnologii-blokcheyn> (accessed: 12.08.2024).

7 Vasin N. A. Blockchain Technologies in Quality Management // StudNet. – 2021. – Vol. 4. – No. 5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-blokcheyn-v-upravlenii-kachestvom> (accessed: 12.08.2024).

8 Vaslavskaya I. Yu., Koshkina I. A. Digitalization as a Trend in the Development of Transport and Logistics Systems // Economic Sciences. – 2022. – No. 207. – pp. 15-21. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48094435> (accessed: 12.08.2024).

9 Vishnitskaya V. A. Development of a Decentralized Application for Warehouse Accounting on the 1C Platform Using Blockchain Technology // Science and Innovation in the XXI Century: Current Issues, Discoveries and Achievements. – 2020. – pp. 19-25. URL: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2020/06/MK-817-1.pdf#page=19> (accessed: 12.08.2024).

10 Galkova E. et al. Blockchain at the Peak of Hype: Legal Risks and Opportunities. – Litres, 2018. URL: <https://books.google.com/books?hl=ru&lr=&id=dBuQDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&ots=f2CP5YHdIf&sig=FN16zCuxJAhW3AiStbCUSOgfqno> (дата обращения: 12.08.2024).

Раздел 4

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

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

IRSTI 06.54.31
UDC:378.1.658

M.M. Tatieva, I.M. Tatieva, Z.A. Bayassilova

*Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
(E-mail.ru: m.tatieva@ttu.edu.kz)*

On the issue of the university patent strategy

The expectations of universities from the patent system at the initial stage of its formation in Kazakhstan were largely associated with the prospects for obtaining additional income from the commercialization of a new type of asset - rights to the results of intellectual activity (RIA). Realizing the leading role of intellectual property in the search for new opportunities to increase competitiveness, enterprises and organizations strive to improve the processes of managing the commercialization of the results of creative activity. When it comes to the creation of intellectual property, universities have a lot of potential. Throughout the years, there have been notable obstacles to the efficient use of university-generated intellectual output, linked to both inadequate legal frameworks and a deficiency of managerial and organizational tools for the commercialization process. An asset that guarantees the university's involvement as a full-fledged participant in the rapidly evolving technology sector of the market is its patent portfolio. Developing a patent strategy based on the university's adopted intellectual property policy is necessary to manage the university's patent portfolio [1].

Keywords: strategy, patent portfolio, commercialization, university, industrial partner, outcomes of intellectual work, and intellectual property.

Introduction

Universities' implementation of intellectual property objects to reap financial benefits from their use has been further enhanced by the government's actions to strengthen the legislative framework [2].

The licensing of patents, trademarks, industrial designs, and copyright is how universities and other public research organizations in developed nations generate technology and other intellectual property.

Companies and other entities work to enhance the procedures for managing the commercialization of the products of creative endeavors because they recognize the vital role that intellectual property objects play in the pursuit of novel alternatives to boost competitiveness. Universities have a lot of potential when it comes to producing intellectual property. The practice of efficiently utilizing the output of university-generated intellectual activity has been severely constrained over the years, both by the inadequacies of the laws and by the absence of managerial and organizational tools for the commercialization process. The government's efforts to strengthen the legal environment have greatly sped up the processes by which colleges are implementing intellectual property objects in order to reap the financial benefits of their use.

Universities and other public research institutions in advanced economies create technology transfer and other forms of intellectual property through the licensing of industrial designs, patents, trademarks, and copyrights. Other than licensing patented research findings, international institutions can transfer technology in a number of methods, each with its own set of intellectual property management obligations. These include industry-sponsored research, consulting, publishing, and start-ups by university employees. It is also common practice to indirectly stimulate innovation activity at the local and regional levels by creating company incubators and research parks. These activities are desirable for universities because they can encourage the opening of innovative businesses and increase the number of jobs in the region [3].

Strategic management of intellectual property is important because a well-managed portfolio can yield significant benefits for universities, but it can only be successful if it is coordinated with other university development goals and policies. Intellectual property commercialization enables universities to make money from the sale or licensing of intellectual property. For instance, auditing university departments to find

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

intellectual activity results with commercial potential, creating a strategy for intellectual property rights protection, locating industry partners willing to implement the results, and signing pertinent agreements are all required steps in the intellectual property management process at overseas universities [4].

Main part

With substantial research potential, universities can successfully carry out the process of commercializing intellectual property, which is essentially the conversion of research and development results into income-generating products. Universities can boost their competitiveness by using monopoly rights to intellectual property objects and attracting additional funds from their commercialization. To do this, they must carry out procedures for searching, evaluating (examination), and selecting innovations for financing, attracting funds, legally securing rights to future intellectual property (innovation), introducing innovation into production, and further modifying and supporting the intellectual product.

The goal of a university's intellectual property management is to accomplish strategic goals such promoting scientific and creative endeavors, monetizing the output of intellectual work, and developing intangible assets that boost a university's viability.

When it comes to intellectual property, a system of pecuniary incentives is one of the most popular methods for promoting scientific activity, although it is not always efficient. This is due to the fact that one of the unique features of intellectual property is the ability to protect the inventor's rights to their invention.

Foreign researchers' opinions on the disparities between industry and academic incentives for patenting and licensing vary significantly. Economic consequences that provide incentives for scientific discoveries and inventions serve as a foundation for patenting in industry. However, priority recognition is the dominant reward system within academic science norms. Being the first to find and publish a novel result is crucial to an academic scientist's career. As a result, it might be claimed that since the priority system already offers incentives for creative work, patenting is not necessary in academics.

The majority of academic research findings, according to the survey results, are not yet ready for direct commercial application. Since the additional research and development needed to commercialize scientific inventions is needlessly costly and risky, surveys also reveal that academic research outputs that are transferred to industry for commercialization have a failure rate of more than half. The majority of academic research projects are at the conceptual prototype or laboratory stage and require significant additional research and development before they can be developed into a commercially viable outcome [5].

Because publishing an invention in the public domain precludes its eventual patenting and commercial usage, the prospect of patenting is therefore essential for the commercialization of outcomes even though it does not encourage academic researchers. The outcomes of scientific research projects that are patent-protected are therefore far more desirable for commercialization. A number of domestic universities have successfully implemented measures to stimulate scientific and inventive activity, such as providing financial support for the patenting process and encouraging scientific and pedagogical staff to view intellectual property as a profitable product.

Findings and their discussion

A specific infrastructure of scientific activity makes it attainable for universities to engage in active, innovative activity in order to get the outcomes of intellectual activity and intellectual property management. The updated infrastructure, which was created with the idea that scientific activity should have the greatest possible impact, will be able to facilitate researcher-to-researcher contact, supply the information and organizational resources that are required, encourage research that is commissioned by business structures, secure funding for scientific advancements, and guarantee intellectual property management, including intellectual property protection.

A country's patent activity can be measured by looking at the number of registered patents and patent applications that its citizens and foreign residents have filed.

The most crucial measure of a country, business, or organization's efficacy is its patent activity, publications, and citation indices [6].

Absolute measures like the total number of patents granted, including to both domestic and foreign

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

applicants, are used to describe the degree of inventive activity, the speed at which national scientific and technical accomplishments are disseminated, and the extent of the nation's technological dependence (Table 1).

Table 1

Details of security documents provided for industrial property items

Applications	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Share of applications in the total amount for 2024, %
Total	11	9	27	25	22	3	7	100
Total number of applications filed for inventions	8	8	20	16	13	-	6	72,7
Domestic applicants	8	8	20	16	13	-	6	72,7
Overseas applicants	0	0	0	0	0	0	0	0
Applications for utility models filed, total	3	1	7	9	9	3	1	27,3
Domestic applicants	3	1	7	9	9	3	1	27,3
Foreign applicants	0	0	0	0	0	0	0	0

According to the NAO «Karaganda Industrial University» website, data indicators for submitting applications for the national registration of industrial property objects and providing security papers showed an upward trend in 2024, similar to other years [7].

In 2024, the downward trend was reversed by the positive dynamics of filing applications for the issuance of security documents for inventions that took place in recent years. The level decreased by 7 units from 2022 to 6 units in 2024.

Furthermore, the National Patent Office received no applications for inventions in 2023. This indicates that the NAO «Karaganda Industrial University» saw a 25% decline in the overall patent activity in 2024 as compared to 2018. The total number of applications received for utility models in 2024 was 1 unit, which is almost three times lower than the same figure for 2023.

From the data in the table, it can be concluded that the main share of applications is for inventions. In recent years, work on foreign patenting of applications for inventions and utility models has intensified.

Table 2 provides data on foreign patenting of applications for inventions.

Table 2

Distribution of applications from national applicants for the issuance of protection documents for inventions, filed under the PCT procedure and in accordance with the EAPC, units

Application type	2020	2021	2022	2023	2024
Filed under the PCT procedure	0	0	0	0	0
Filed under the EAPC procedure	0	2	0	0	0

Two patents for inventions submitted under the EAPC procedure were obtained in 2021, as indicated by the data in table 2.

Data on overseas patenting of utility model applications is illustrated in table 3.

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

Table 3

The distribution of national applicants' files for protection documents for utility models submitted in compliance with the EAPC and the PCT procedure, units Patent Classification (IPC)

Application type	2020	2021	2022	2023	2024
Filed under the PCT procedure	1	1	0	0	0
Filed under the EAPC procedure	0	0	0	0	0

Two patents for inventions submitted under the PCT method were obtained in 2020–2021, as indicated by the data in table 3.

Figure 1 illustrates the trends of invention and utility model patents received between 2018 and 2024.

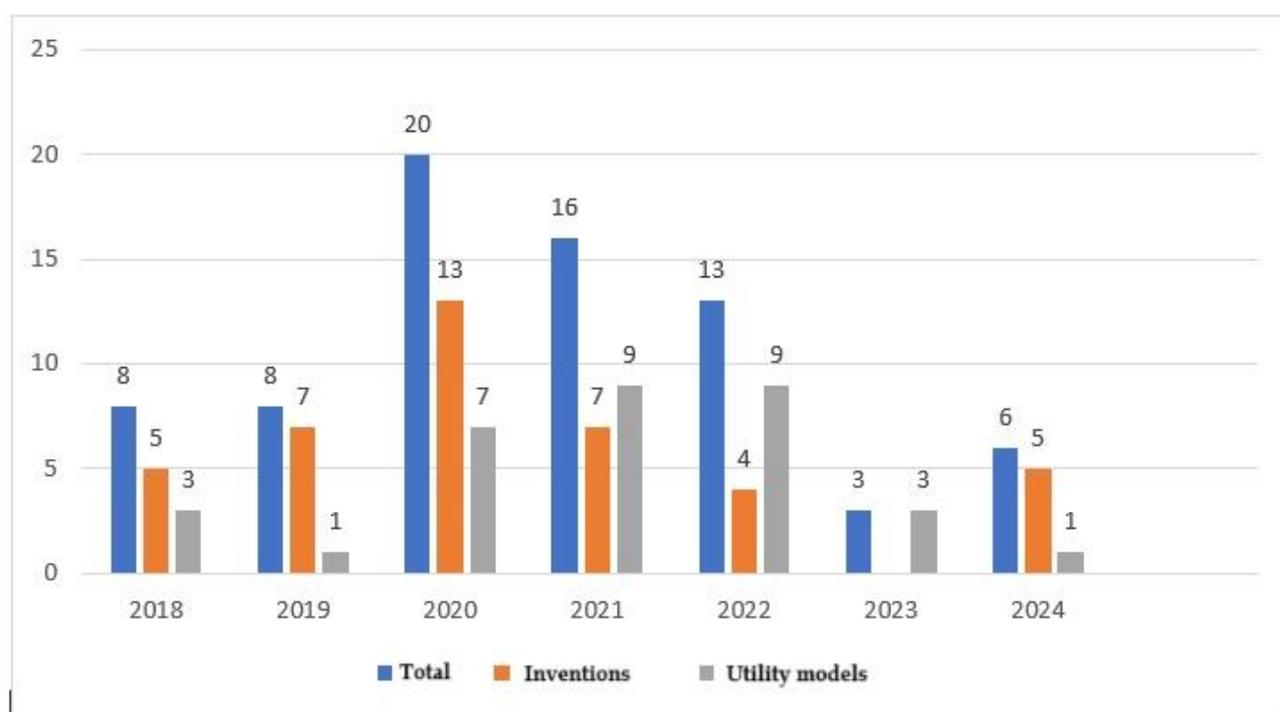


Figure 1 - Dynamics of received patents for inventions and utility models for the period 2018-2024

According to the analysis, the following sections issued the most protection documents for inventions between 2018 and 2024: «Chemistry and Metallurgy» (63, or 90.0%), «Construction and Mining» (five, or 7.14%), and «Various Technological Processes» (two, or 2.86%) (see figure 2).

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

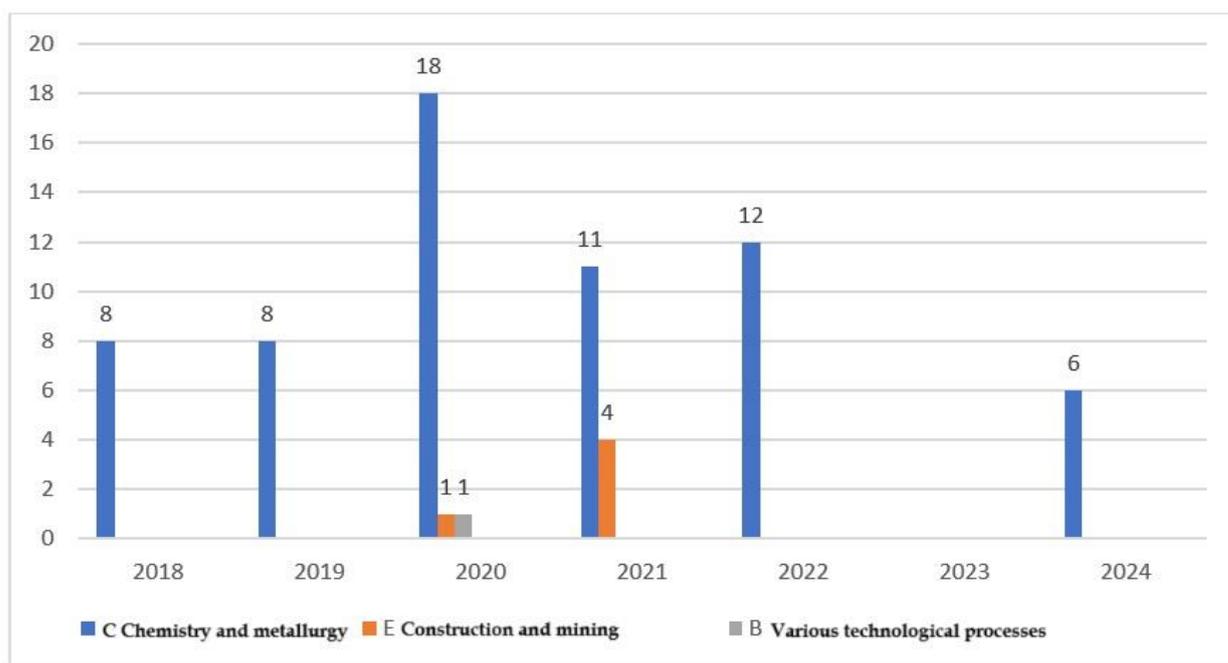


Figure 2 - Distribution of issued protection documents for inventions by sections of the International Patent Classification (IPC)

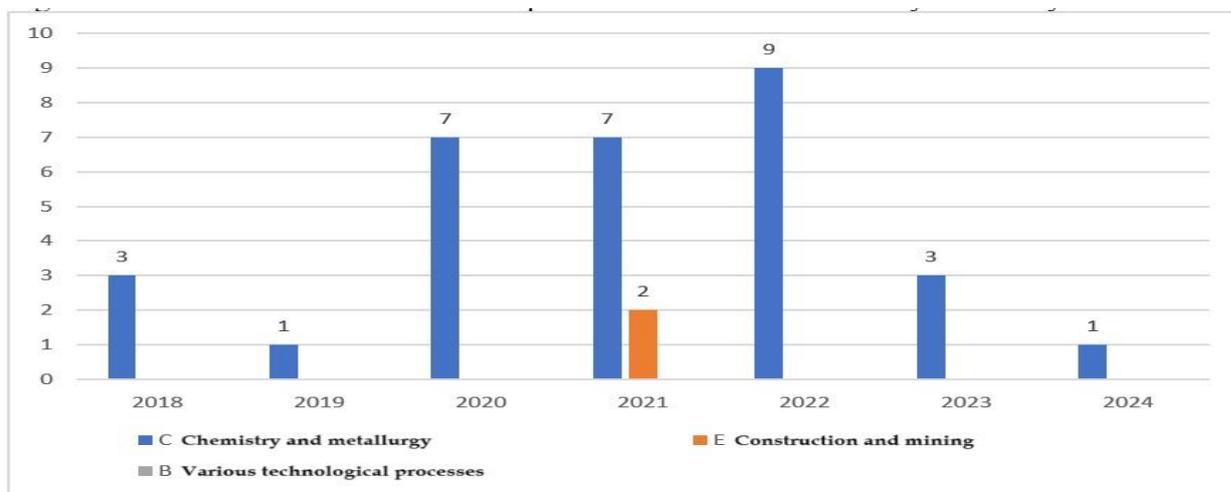


Figure 3 - Distribution of protection documents issued for utility models by IPC

According to the data, out of all the protection documents for inventions granted in this case, for 2018–2024, the utility model protection documents in the sections «Chemistry and Metallurgy» 31 (93,9%) and «Construction and Mining» 2 (6,1%) predominate.

Conclusion

The complexities of commercialization processes necessitate that university management use contemporary tools and techniques to make management decisions at different levels of management. This allows the internal mechanism of intellectual property management to be adjusted in a way that maximizes the return on intellectual activity. In contemporary colleges, the primary obstacle to technology transfer is the

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

dearth of experts possessing the necessary skills. Contrary to popular belief, developers, inventors, and researchers currently handle commercialization difficulties directly.

The market potential of an invention cannot be accurately assessed by scientists who possess high scientific potential in their field and the ability to innovate, but lack market analysis tools, economic knowledge, and the necessary understanding of patent legislation [8]. The separation of functions for the production of intellectual property objects and the commercialization of the outcomes of intellectual activity will be the solution to this problem.

Measures and results of activating inventive activity

Measures	Results
The university's reimbursement of invention patent fees	Increase in the number of applications
Selection of patents to be paid for on a competitive basis	Reduction of costs associated with discoveries that show no promise for commercialization and leveraging the rights to an industrial property item to generate revenue
Involvement of inventors in the marketing of intellectual property. Payments made to inventors one-time and their involvement in the revenue generated by the use of intellectual property objects	Increase in the number of promising developments
Organization of university departments' ratings (a scientist's personal rating) according to the number of invention patents they have obtained	The initiative of divisions in the sphere of commercializing innovative developments, the framework of objective criteria for competitive patenting

References

1. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/130002/1/978-5-7996-3759-0_015.pdf
2. Vidyakina O. V. Using Foreign Experience to Form Intellectual Property Policy in Russian Universities // Property Relations in the Russian Federation. - 2013. - No. 3. - P. 73-82
3. Intellectual Property Commercialization: Policy Options and Practical Instruments // United Nation. - 2011. - P. 32-37
4. Babikova A. V., Korsakov M. N. On the Issues of Effective Management of Intellectual Property of Universities // Fundamental Research. - 2015. - No. 12-4. - P. 741-745;
5. url: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39615> (date accessed: 27.01.2025).
6. Thursby J.G., Thursby M.C. University Licensing // Oxford Review of Economic Policy. - 2007. - No. 23 (4). - P. 620-639
7. Website of NAO «Karaganda Industrial University» <https://tttu.edu.kz/>
8. On the state and directions of development of science in the Republic of Kazakhstan based on the results of 2020-2022 / Kashkinbekov A.K., Ponomareva N.I., Kozbagarova G.A., Belyaeva G.N., Morozov A.A. [edited by A.K. Kashkinbekov]. Analytical report. - Almaty: NTSGNTE, 2023. - 126 p.

М.М. Татиева., И.М. Татиева., З.А. Баясилова

Университеттің патенттік стратегиясы туралы сұраққа

Университеттердің патенттік жүйеден Қазақстанда оны қалыптастырудың бастапқы кезеңіндегі күтулері көбінесе активтердің жаңа түрін — зияткерлік қызмет нәтижелеріне құқықтарды коммерцияландырудан қосымша табыс алу перспективаларымен байланысты болды. Бәсекеге қабілеттілікті арттырудың жаңа мүмкіндіктерін іздеудегі зияткерлік меншік объектілерінің жетекші рөлін түсіне отырып, кәсіпорындар мен ұйымдар шығармашылық қызмет нәтижелерін коммерцияландыруды басқару процестерін жетілдіруге ұмтылады. Университеттер зияткерлік меншік объектілерін құру саласында айтарлықтай әлеуетке ие. Бірнеше жылдар бойы жоғары оқу орындары құрған зияткерлік қызмет нәтижелерін тиімді пайдалану тәжірибесінде заңнаманың жетілмегендігімен де,

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

коммерцияландыру процесінің ұйымдастырушылық-басқарушылық тетіктерінің жетіспеушілігімен де айтарлықтай шектеулер болды.

Университеттің патенттік портфелі оның нарықтың белсенді дамып келе жатқан технологиялық сегментінің толыққанды субъектісі ретінде қатысуын қамтамасыз ететін актив болып табылады. Университеттің патенттік портфелін басқару университеттің зияткерлік меншік саласындағы қабылданған саясаты негізінде патенттік стратегия құруды талап етеді.

Түйінді сөздер: зияткерлік қызмет нәтижелері, зияткерлік меншік, стратегия, патенттік портфель, коммерцияландыру, университет, индустриялық серіктес.

М.М.Татиева., И.М.Татиева, З.А.Баясилова

К вопросу о патентной стратегии университета

Ожидания университетов от патентной системы на начальном этапе ее формирования в Казахстане были во многом связаны с перспективами получения дополнительных доходов от коммерциализации нового вида активов — прав на результаты интеллектуальной деятельности (РИД). Осознавая ведущую роль объектов интеллектуальной собственности в поисках новых возможностей повышения конкурентоспособности, предприятия и организации стремятся усовершенствовать процессы управления коммерциализацией результатов творческой деятельности. Значительным потенциалом в области создания объектов интеллектуальной собственности обладают университеты. На протяжении ряда лет в практике эффективного использования результатов интеллектуальной деятельности, создаваемой вузами, имелись существенные ограничения, связанные как с несовершенством законодательства, так и с недостатком организационно-управленческих механизмов процесса коммерциализации. Патентный портфель университета является активом, обеспечивающим его участие в качестве полноправного субъекта активно развивающегося технологического сегмента рынка. Управление патентным портфелем университета требует создания патентной стратегии на основе принятых политик вуза в области интеллектуальной собственности.

Ключевые слова: результаты интеллектуальной деятельности, интеллектуальная собственность, стратегия, патентный портфель, коммерциализация, университет, индустриальный партнер

Список литературы

- 1 https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/130002/1/978-5-7996-3759-0_015.pdf
- 2 Ведякина О. В. Использование зарубежного опыта для формирования политики в области интеллектуальной собственности в российских университетах // Отношения собственности в Российской Федерации. - 2013. - № 3. - С. 73-82.
- 3 Коммерциализация интеллектуальной собственности: варианты политики и практические инструменты // Организация Объединенных Наций. - 2011. - С. 32-37.
- 4 Бабикова А. В., Корсаков М. Н. О проблемах эффективного управления интеллектуальной собственностью университетов // Фундаментальные исследования. - 2015. - № 12-4. - С. 741-745;
- 5 <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39615> (дата доступа: 27.01.2025).
- 6 Терсби Дж.Г., Терсби М.С. Лицензирование университетов // Оксфордское обозрение экономической политики. - 2007. - № 23 (4). - С. 620-639.
- 7 Веб-сайт НАО «Карагандинский индустриальный университет» <https://ttu.edu.kz/>
- 8 О состоянии и направлениях развития науки в Республике Казахстан по результатам 2020-2022 гг. / Кашкинбеков А.К., Пономарева Н.И., Козбагарова Г.А., Беляева Г.Н., Морозов А.А. [под ред. А.К. Кашкинбекова]. Аналитический отчет. - Алматы: НЦСГНТЭ, 2023. - 126 с.

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

ГТАМР 62-004
ӘӨЖ: 378:004

О.Н. Гуменчук, А.М. Тилеубаев, А.К. Жунусова

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

Жоғары оқу орнындағы интернет-білім беру: артықшылықтары мен кемшіліктері

Цифрлық технологиялар дәуірінде интернет жоғары оқу орындарындағы білім беру үдерісіне орасан зор әсер етеді. Бір жағынан, ол білімге кең қолжетімділікті қамтамасыз етіп, қарым-қатынасты жеңілдетеді және білім алушылардың өз бетінше іздену қабілетін дамытады. Екінші жағынан, интернетті жоғары білім жүйесінде қолданудың кемшіліктері де бар. Оқу және ғылыми ақпараттың сапасына қатысты мәселелер туындап, интернет технологияларына психологиялық әрі интеллектуалдық тәуелділік қаупі пайда болуы мүмкін. Бұл мақаланың мақсаты – социологиялық зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, интернеттің маңызын анықтау, сондай-ақ жоғары оқу орындарында білім алатын студенттер мен магистранттар үшін оның негізгі артықшылықтары мен кемшіліктерін көрсету. Мұндай талдаудың өзектілігі жаңа цифрлық шындықтың оқу процесіне және оның нәтижелеріне қалай әсер ететінін тереңірек түсіну қажеттілігімен байланысты.

Түйінді сөздер: Білім беру, бакалавр, магистр, интернет, интернет-ресурстар, оқу ақпараты, ақпараттандыру, компьютерлендіру, цифрлық технологиялар, әлеуметтік желілер, ғаламдық желі, білім беру платформасы.

Кіріспе

Қазіргі қоғамның жаппай компьютерленуі мен ақпараттандырылуы білім беру сияқты маңызды әлеуметтік салада цифрлық технологияларға көшу үдерісін заңды әрі табиғи құбылысқа айналдырды [1, 2]. Бүгінде жоғары оқу орындарында интернет арқылы білім беру форматы кеңінен таралуда [3].

Қазіргі таңда оқытушылар мен студенттер үшін электрондық поштаны пайдалану, қажетті ғылыми және оқу ақпаратын ғаламдық желіден іздеу, түрлі білім беру платформаларына жүгіну, қашықтан оқыту құралдарын меңгеру күнделікті үйреншікті іс болып отыр.

Алайда педагогтар, психологтар мен әлеуметтанушылар жүргізген көптеген зерттеулер көрсеткендей, интернет арқылы білім берудің күшті жақтарымен қатар, адам мен қоғамға теріс әсер етуі мүмкін әлсіз тұстары да бар [4].

Әдістер мен материалдар

Білім берудегі интернеттің күшті және әлсіз жақтарын анықтау мақсатында Қарағанды индустриалдық университетінің бірінші курс бакалаврлары мен магистранттары арасында сауалнама жүргізілді. Зерттеуге 66 адам қатысты, оның ішінде 55 адам (83,5%) – студенттер, 11 адам (16,5%) – магистранттар. Бұл социологиялық сауалнама бакалаврлар мен магистранттардың жоғары оқу орнында және жалпы өмірде интернетті пайдалану мәселелері бойынша пікірлерін талдауға мүмкіндік берді.

Респонденттерге төмендегідей негізгі мақсаттарға бағытталған сұрақтар қойылды:

- студенттер мен магистранттар үшін интернеттің оқу процесіндегі ролін анықтау;
- білім алу мақсатында интернет-ресурстарға жүгіну жиілігін зерттеу;
- оқу үшін қолданылатын басым білім беру платформаларын анықтау;
- интернет-ресурстардың сапасына респонденттердің қанағаттану деңгейін бағалау;
- интернетті тиімді және қауіпсіз пайдалану мәселелері мен оның сапасын арттыру жолдары туралы пікірлерімен танысу.

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

Нәтижелер және талқылау

Сауалнамаға қатысқан магистранттардың негізгі жас тобы (73%) – 20-25 жас аралығында. Қалған 27%-ының жасы 25-30 жастан жоғары. Магистранттардың 55%-ы интернетте күніне 5 сағаттан астам уақыт өткізеді. Қалғандарының 18%-ы 3-5 сағат, 18%-ы 1-3 сағат жұмсайды. Тек бір респондент интернетті күніне 1 сағаттан аз пайдаланатынын көрсеткен.

Сауалнама нәтижелері бойынша, магистранттардың 91%-ы интернеттің білім беру процесіндегі рөлін маңызды және өте маңызды деп санайды. Алайда 100% респондент оқу мақсатында интернетті қолданады, оның ішінде 73%-ы тұрақты түрде, ал 27%-ы кейде ғана пайдаланады. Ең танымал білім беру ресурстары – онлайн кітапханалар мен дерекқорлар (64%), бейнелекциялар (55%) және Coursera сияқты интерактивті платформалар (36%).

Оқумен қатар, 82% магистрант интернетті жұмыс үшін, ал 73% қарым-қатынас пен ойын-сауық үшін пайдаланады. Telegram, Facebook, Instagram сияқты әлеуметтік желілерді оқу ақпаратын алмасу мақсатында ешқашан қолданбайтындар – 28%, ал 27% жиі қолданады, қалғандары сирек немесе кейде пайдаланады.

Интернетте қолжетімді білім беру ресурстарының сапасына 18% респондент толық қанағаттанса, 73%-ы жалпы қанағаттанатынын білдірген. Сонымен қатар, 73% респондент интернеттен қажетті ақпаратты іздеу кезінде кейде қиындықтарға тап болатынын, ал 9% мұндай қиындықтармен жиі кездесетінін атап өтті.

Респонденттердің 54%-ы интернетті оқу процесінде қолдану оқу мотивациясын арттырады деп санайды. 28%-ы интернеттің мотивацияға әсер етпейтінін айтса, 18%-ы керісінше, интернеттің оқу мотивациясын төмендететінін көрсеткен. Олардың пікірінше, цифрлық технологиялар арқылы оқу есте сақтау қабілетін нығайтпайды, ал алынған ақпарат дұрыс меңгерілмейді.

Сауалнамаға қатысқан магистранттардың көпшілігі (64%) интернеттің уақыт өткізу мен жеке қарым-қатынасқа теріс әсер етпейтінін атап өткен. 18% бұл пікірмен келіскен, ал тағы 18% нақты жауап беруге қиналған.

Интернетті дұрыс әрі тиімді пайдалану үшін магистранттар келесі шараларды атады:

- интернетте өткізілетін уақытты шектеу – 28%;
- арнайы бақылау қосымшаларын пайдалану – 9%;
- жұмыс пен демалыс үшін нақты уақыт аралығын белгілеу – 28%;
- ақыл мен интуицияға сүйену – 9%;
- өзін-өзі тәртіпке келтіру интернет-тәуелділіктен құтқарады – 9% және басқа да әдістер.

Сауалнамаға қатысқан студенттердің негізгі жас тобы (91%) – 20 жасқа дейінгі жастар. Олардың 33%-ы интернетте күніне 5 сағаттан астам уақыт өткізеді, 40%-ы – 3-5 сағат, ал 27%-ы – 1-3 сағат аралығында.

Зерттеу нәтижелері бойынша, студенттердің басым бөлігі интернетті оқу мақсатында пайдаланады (84%), ал 73%-ы оны қарым-қатынас пен ойын-сауық үшін қолданады. Сондай-ақ, 64% респондент оқу немесе жұмысқа қатысы жоқ ақпаратты іздеуге жүгінеді. Оқу материалдарын алу үшін студенттердің 54,5%-ы интернетке тұрақты түрде жүгінеді, 38%-ы кейде ғана пайдаланады, ал 7,5%-ы сирек немесе мүлдем қолданбайды.

Студенттердің 63,5%-ы интернеттің жоғары білім беру процесіндегі рөлін маңызды және өте маңызды деп санайды. Ең көп қолданылатын білім беру ресурстары – онлайн кітапханалар мен дерекқорлар (58,2%), бейнелекциялар (63,6%), сондай-ақ әлеуметтік желілер (47,2%). Оқытушылық ақпарат алмасу үшін студенттердің 93%-ы белгілі бір деңгейде Telegram, Facebook, Instagram сияқты әлеуметтік желілерді қолданады.

Интернеттегі білім беру ресурстарының сапасына 18,2% студент толық қанағаттанса, 61,8%-ы жалпы қанағаттанған. Ал 14,5% бұл сұраққа нақты жауап бере алмаған. Сонымен қатар, 81,7% респондент интернеттен қажетті оқу және ғылыми ақпаратты іздеу кезінде қиындықтарға тап болатынын айтқан (оның ішінде 12,7%-ы мұндай қиындықтарды жиі бастан кешіреді).

Магистранттармен салыстырғанда, студенттердің интернетке деген көзқарасы сәл өзгеше. 55% студент интернет-ресурстарды пайдалану олардың оқу мотивациясына әсер етпейді деп санайды. 29%-ы интернет арқылы оқу мотивацияны арттырады десе, 16%-ы керісінше, интернет оқу мотивациясын төмендетеді деп есептейді.

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

Сауалнамаға қатысқан бакалаврлардың көпшілігі (60%) интернеттің уақыт өткізу мен жеке қарым-қатынастарға теріс әсерін жоққа шығарады. 21,8% респондент интернеттің жағымсыз ықпалы бар екенін айтса, 18,2% нақты жауап беруге қиналған. Интернетті дұрыс әрі тиімді пайдалану үшін студенттер келесі шараларды атады:

- интернетте өткізілетін уақытты шектеу – 62%;
- арнайы бақылау қосымшаларын пайдалану – 3,6%;
- жұмыс пен демалыс үшін нақты уақыт аралығын белгілеу – 51%.

Сауалнамада респонденттер өз пікірлері мен ұсыныстарын білдіре алатын ашық сұрақ қамтылды. Бұл мүмкіндікті барлық магистранттар (100%) және студенттердің 50%-ы пайдаланды. Олардың ойларын келесі бағыттар бойынша топтастыруға болады:

Электрондық оқыту. Респонденттердің бір бөлігі:

– Оқытудың толық электрондық форматқа көшуін қолдайды, оның ішінде онлайн кітапханаларды кеңейту, электрондық оқулықтар мен онлайн-курс платформаларын (мысалы, Moodle) белсенді пайдалану;

– Қолданыстағы цифрлық платформаларды (Moodle, Платонус) жетілдіруге көбірек көңіл бөлуді ұсынады, оларды оқыту үшін ыңғайлы әрі қолжетімді ету қажеттігін атап өтеді;

– Жаңа бейімделгіш білім беру платформаларын, виртуалды зертханалар мен симуляторларды құруды жақтайды;

– Оқу материалдары мен білім беру сайттарын үнемі жаңартып, өзектендіруді қажет деп санайды;

– Интернетте мамандықтарға байланысты сапалы оқу әдебиеттерінің қолжетімді болуын қалайды;

– Цифрлық технологияларды белсенді енгізу арқылы оқыту процесін тиімді әрі қызықты етуге шақырады.

Интернеттің қолжетімділігі мен байланыс сапасы. Көптеген респонденттер тұрақты әрі жоғары жылдамдықты интернеттің маңыздылығын атап өтті. Бұл интернет-оқытудың табысты және тиімді болуы үшін негізгі шарт болып саналады.

Цифрлық сауаттылықты дамыту Респонденттер цифрлық құралдарды тиімді пайдалану дағдыларын үйретудің маңыздылығын ерекше атап өтті. Бұл тек студенттер мен магистранттар үшін ғана емес, сонымен қатар оқытушылар үшін де маңызды. Осыған байланысты, университеттерде цифрлық сауаттылық бойынша тренингтер ұйымдастыру қажеттілігі ұсынылды.

Контент сапасы және дереккөздердің сенімділігі:

– Кейбір респонденттер интернеттен алынатын ғылыми және оқу ақпараттарының сапасы мен сенімділігі үлкен мәселе екенін айтты;

– Көпшілігі студенттер мен магистранттарды ақпаратты іздеу және бағалау дағдыларына үйрету, сыни ойлауды дамыту жоғары білім берудегі басты міндеттердің бірі болуы тиіс деп есептейді;

– Оқытушылардың сенімді және өзекті білім беру ресурстарына қолжетімділікті қамтамасыз етудегі жауапкершілігі артуы тиіс деген пікір айтылды. Мысалы, семестр басында оқытушы студенттерге тексерілген ғылыми және оқу материалдары бар білім беру платформаларын ұсынуы қажет.

Әлеуметтік-мәдени және тілдік аспектілер:

– Респонденттер студенттердің оқу мотивациясын арттыру үшін онлайн қауымдастықтар құрып, тәжірибе алмасу және бірлескен зерттеу жұмыстарын жүргізу қажет екенін айтты;

– Қазақ тіліндегі сапалы оқу әдебиеттерінің тапшылығы мәселесі көтерілді. Бұл мемлекеттік тілде білім алатын студенттер мен магистранттардың кәсіби даярлығына кері әсер етуі мүмкін.

Сауалнамаға берілген жауаптар интернетті білім беру процесінде пайдалану мәселесін әртүрлі қырынан қарастыруға мүмкіндік береді. Оның ішінде сапалы контент пен оған қолжетімділіктің қажеттілігі, цифрлық дағдыларды дамыту, онлайн-құралдар мен курстарды жетілдіру сияқты ұсыныстар айтылды. Әрбір көтерілген мәселе оқу процесін жақсартуға және цифрлық дәуірде білімге қолжетімділікті жеңілдетуге бағытталған.

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

Қорытынды

1. Интернет-оқыту студенттер мен магистранттар арасында күн санап танымал бола түсуде. Көптеген респонденттер (магистранттардың 91%-ы және студенттердің 63,5%-ы) интернетті білім алудың маңызды құралы деп санайды және оны ең алдымен оқу мақсатында, содан кейін ғана ойын-сауық пен қарым-қатынас үшін пайдаланады.

2. Сауалнамаға қатысқандардың басым бөлігі оқу процесінде онлайн-кітапханалар, дерекқорлар және бейнелекциялар сияқты білім беру электрондық ресурстарын белсенді қолданады.

3. Магистранттардың көпшілігі (54%) интернетті білім беру процесіне енгізу оқу мотивациясын арттыра алады деп есептейді.

4. Интернеттің жоғары бағалануына қарамастан, респонденттердің едәуір бөлігі (магистранттардың 81%-ы және студенттердің 81,7%-ы) қажетті оқу және ғылыми ақпаратты іздеу барысында жиі немесе кейде қиындықтарға тап болатынын атап өтті.

5. Респонденттердің басым бөлігі (магистранттардың 64%-ы және студенттердің 60%-ы) интернеттің бос уақыт пен жеке қарым-қатынасқа кері әсерін жоққа шығарады. Алайда кейбір респонденттер мұндай жағымсыз әсердің болуын мүмкін деп санайды.

6. Студенттер мен магистранттар интернетті пайдалана отырып, оқу процесін жақсартуға арналған көптеген идеялар ұсынды. Бұл болашақта жоғары білім беру жүйесін заманауи талаптарға сай жетілдіру үшін жақсы негіз бола алады.

Осылайша, зерттеу нәтижелері жоғары оқу орнындағы интернет-білім берудің оң және теріс жақтарын көрсетеді. Бұл оны оқу процесінде барынша тиімді пайдалану үшін жан-жақты ойластырылған қадамдарды әзірлеу қажеттілігін айқындайды.

Әдебиеттер тізімі

1 Абдолданова Р.С. Информационно-коммуникационные технологии на пути в информационное общество. / Педагогическое образование и наука. – 2015. - № 12. – С.121-123.

2 Кравцов С. / Цифровая образовательная среда// Минпросвещения России – 2020. – [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.gov.ru/press/3196/sergey-kravcov-cifrovaya-obrazovatel'naya-sreda-eto-prezhde-vsego-proverennyy-elektronnyy-kontent-dlya-povysheniya-kachestva-tradicionnogo-obrazovaniya/>

3 Развитие интернет-образования: причины и перспективы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://gb.ru/blog/razvitie-internet-obrazovaniya>, свободный.

4 Вербицкий А.А./ Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы / А.А. Вербицкий // Электронный научно-публицистический журнал «Homo Cyberus». - 2019. - №1(6). [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019

О.Н. Гуменчук, А.М. Тилеубаев, А.К. Жунусова

Интернет-образование в вузе: преимущества и недостатки

В эпоху цифровых технологий интернет оказывает колоссально большое влияние на образовательный процесс в вузе. С одной стороны он открывает доступ к обширным ресурсам знаний, облегчает коммуникацию, способствует развитию самостоятельной познавательной деятельности. С другой стороны использование интернета в системе вузовского образования не лишено недостатков. Это и проблема качества получаемой учебной и научной информации, и риск приобрести психологическую и интеллектуальную зависимость от интернет технологий. Цель данной статьи, опираясь на результаты социологического исследования, выяснить значение интернета, обозначить его основные преимущества и недостатки для студентов и магистрантов в процессе вузовского обучения. Актуальность такого анализа обусловлена необходимостью лучше понять, как новая цифровая реальность влияет на учебный процесс и его результаты.

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

Ключевые слова: образование, бакалавр, магистр, интернет, интернет-ресурсы, учебная информация, информатизация, компьютеризация, цифровые технологии, социальные сети, глобальная сеть, образовательная платформа.

O.N. Gumenchuk, A.M. Tileubaev, A.K. Zhunusova

Online university education: advantages and disadvantages

In the digital age, the Internet has a tremendous impact on the educational process at the university. On the one hand, it opens up access to extensive knowledge resources, facilitates communication, and promotes the development of independent cognitive activity. On the other hand, the use of the Internet in the university education system is not without its drawbacks. This is both a problem of the quality of educational and scientific information received, and the risk of acquiring psychological and intellectual dependence on Internet technologies. The purpose of this article, based on the results of sociological research, is to find out the importance of the Internet, to identify its main advantages and disadvantages for students and undergraduates in the process of university studies. The relevance of such an analysis is due to the need to better understand how the new digital reality affects the learning process and its results.

Key words: education, bachelor's degree, master's degree, Internet, Internet resources, educational information, informatization, computerization, digital technologies, social networks, global network, educational platform.

References

- 1 Abdoldanova R.S. Information and Communication Technologies on the Way to the Information Society. / Pedagogical Education and Science. – 2015. - No. 12. – P. 121-123.
- 2 Kravtsov S. / Digital Educational Environment // Ministry of Education of Russia – 2020. – [Electronic Resource] - Available at: <https://edu.gov.ru/press/3196/sergey-kravcov-cifrovaya-obrazovatel'naya-sreda-eto-prezhde-vsego-proverennyy-elektronnyy-kontent-dlya-povysheniya-kachestva-tradicionnogo-obrazovaniya/>
- 3 Development of Internet Education: Reasons and Prospects. [Electronic Resource] Available at: <https://gb.ru/blog/razvitie-internet-obrazovaniya>, open access.
- 4 Verbitsky A.A. / Digital Learning: Problems, Risks, and Prospects / A.A. Verbitsky // Electronic Scientific and Publicistic Journal "Homo Cyberus". - 2019. - No. 1(6). [Electronic Resource] - Available at: http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019

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

FTAMP 16.21
ЭОЖ 811.111

Ш.А. Хамитова

*Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
(sha.khamitova@ttu.edu.kz)*

Ағылшын тіліндегі түркізмдердің фонетикалық және грамматикалық адаптациясы туралы

Бұл мақалада ағылшын және қазақ тілінде мағынасы мен этимологиясы ұқсас сөздер мәселесі қарастырылады. Тілдік байланыстар лингвистикалық және тарихи факторлардың өзара әрекеттестігінде байқалады және мәдениетаралық коммуникацияның маңызды процесі болып саналады. Тілдік қарым-қатынастардың нәтижесінде бір тілдік жүйеден екіншісіне жекелеген дыбыстар мен морфемалар емес, лексикалық бірліктер мен тұрақты сөз тіркестері енеді. Мәдени және тілдік бірліктердің алмасуы қабылдаушы тілдің ішкі күштеріне қозғау салып, оның ары қарай дамуына жағдай жасайды. Мақала ағылшын және қазақ сөздерінің ұқсас жерлерін шетелдік және отандық лингвист ғалымдардың деректеріне сүйене отырып көрсетіп, қабылдаушы жүйенің әсерінен көптеген фонетикалық, грамматикалық, тіпті семантикалық өзгерістерге ұшырағанын және қабылдаушы тіл грамматикасының заңдылықтарына бейімделгенін мысалдармен дәлелдеуге бағытталады.

Түйін сөздер: сөздердің тарихы, ағылшын тілі, тілдік байланыстар, үнді-еуропа тілдеріндегі түркізмдер, ассимиляция процесі.

Негізгі ережелер

Кез келген халықтың тілі өзінің сан ғасырлық тарихында белгілі бір дәрежеде өзге тілдердің ықпалын басынан кешіреді. Халықтар мен мәдениеттер тоғысында мәдени-тілдік алмасулардың орын алуы заңды құбылыс. Ортақ географиялық, мәдени кеңістіктерде өмір сүрген халықтардың арасындағы мәдени ықпалдастық тілден көрініс табады. Тіл бірліктері де, археологиялық қазбалар, шежірелер сияқты, тарихи деректер болып саналады. Тілдік қарым-қатынастардың нәтижесінде бір тілдік жүйеден екіншісіне жекелеген дыбыстар мен морфемалар емес, лексикалық бірліктер мен тұрақты сөз тіркестері енеді. Мәдени және тілдік бірліктердің алмасуы қабылдаушы тілдің ішкі күштеріне қозғау салып, оның ары қарай дамуына жағдай жасайды [1]. Ұлттың өзін-өзі тануы үшін ол өткенде кімдермен қарым-қатынас орнатты, қандай мәдениеттермен байланыста болды, әлемдегі өркениеттік үдерістерге қатысты ма не болмаса томаға тұйық оқшау өмір сүрді ме деген мәселелер анықталуы қажет.

Кіріспе

Тіл біліміндегі кірме бірліктер мәселесі – қарама-қайшылықтары бар күрделі проблема. «Кірме» деген терминмен аталатын ұғымды анықтауда бірізділік жоқ. Зерттеушілердің басым көпшілігінің пікірінше, «кірме сөздер» тілдік қарым-қатынас нәтижесінде бір тілден екінші тілге өткен бөгде тілдік (сөз, морфема, синтаксистік конструкция) элемент. Лингвистикадағы «кірме» ұғымы бөгде тілдің элементтерін пайдалану фактілерін қамтиды. «Бөгде тілдің элементтері» деген – реципиент тілдің фонологиясы, морфологиясы, синтаксисі, лексика-семантикасы секілді деңгейлердің бірліктері [1:9]. Қазақ тіл білімінде кірме бірліктер мәселесінің зерттеуге лайықты, әлі күнге басы ашылмаған күрделі тақырып екенін алғаш атап көрсеткен академик Р.Сыздық. Ғалымның пікірінше, кірме мәселесі – бүгінгі қазақ тіл білімі ғылымының ең өзекті, шешімін таппаған проблемасы [2].

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

Материалдар мен әдістер

Зерттеудің негізгі материалдық қоры этимологиялық, шетелдік, түсіндірме, екі тілді сөздіктер, отандық және шетелдік авторлардың жұмыстары сияқты әртүрлі көздерден алынған.

Мақала жазу барысында отандық және шетелдік лингвист-ғалымдардың жазбаларын салыстыра-сараптау, тұжырымдау, сондай-ақ интерпретация сынды ғылыми зерттеу әдістері қолданылды.

Нәтижелер

Ағылшын тілінде қилы заманда, түрлі көлемде, сан алуан жағдайда енген кірме сөздердің арасында түркі сөздері де кездесетіні белгілі. Ағылшын тілінің лексикалық қорында түркі кірме сөздері қайдан жүруі мүмкін деуге себеп бар, себебі Ұлыбритания түркі тілді мемлекеттермен көрші де емес, олармен діндері де, тілдері де бір-біріне ұқсамайды. Алайда ағылшын тіліне түркі сөздері өте ертеде және түрлі жолмен кірген, олардың кейбірінің сыртқы формасы да, семантикасы да мүлде өзгергендіктен, танылмайды; ал енді бірінің тұлғасы сақталып, мағынасы өзгерген; үшінші біреуі дыбыстық аздаған өзгеріске ұшырағанмен, мағынасы сақталып қалған; жекелеген сөздердің сыртқы тұлғасыда, мағынасы да сақталып, экзотизм ретінде қолданылады.

Талқылау

Тарихи деректер англо-саксондықтар деп аталған тайпа біздің ата-бабаларымыз деген деректі растайды. Зерттеуші-ғалымдардың еңбектеріне сүйенсек, саксондардың арғы тегі – малына жақсы жайылым іздеп көшіп-қонып жүріп, Батыс Еуропадағы Германия мен Скандинавия жеріне қоныстанған сақ тайпалары. Б. э дейінгі V-VI ғасырда сақтар жаңа қоныста мығым орнығып, бриттердің өздерін Уэльске, елдің солтүстігіне қарай ығыстырып жібереді.

Елдің оңтүстігі мен шығысында Кент, Ессекс, Уессекс, Мерсия, Нортумбрия атты корольдіктер орнатып, жергілікті халықты билеп-төстеп, өзі өсіп-өніп, Британ аралдарының негізгі ұлысына айналады. Англиядағы Мидлсекс, Ессекс, Уессекс деген топонимдердің құрамындағы «секс» деген бөлігі «сақ» деген мағына береді. Мәселен, Мидлсекс – ортаңғы сақтар, Ессекс – шығыс сақтары, Уессекс – батыс сақтарының корольдігі деп бөлінеді. Атақты ағылшын тарихшысы Ш.Тернердің «Англо-сақтардың тарихы: ерте заманнан нормандықтардың жаулап алуына дейінгі» еңбегінде бұл туралы: «Англосаксондар - V-VI ғасырларда Кимбрий түбегінен және оның айналасынан Англияға қоныс аударған халық. Олар Эльбадан Рейнге дейін созылған Ұлы саксон конфедерациясының бөлігі болды. Бұл халықтың қатыгездік іс-әрекеттері ұзақ уақыт бойы Еуропаның батыс аймақтарын алаңдатты. Герман халықтары Римнің ең маңызды провинцияларын басып алғаннан соң, англо-саксондар көп ұзамай Ұлыбританияға басып кірді. Римдік қоныстанушылардың байырғы тұрғындары мен ұрпақтары жаңа жаулап алушылардың ілгерілеуімен жойылды немесе құлдыққа түсті. Олардың жерлерінде саксон заңдары, саксон тілі, саксон әдет-ғұрыптары, бұйрықтары мен басқару формалары таралды. Саксондар туралы алғаш рет Птолемей Александрийскийдің жазбаларынан көруге болады», - деп жазады автор.

Ш.Тернердің «Англо-сақтардың тарихы: ерте заманнан нормандықтардың жаулап алуына дейінгі» еңбегінде саксондар жайлы «Птолемей Александрийский жазбасына сәйкес, оның географиялық және басқа да барлық кейінгі тарихты талдауында біздің эрамыздың 141 жылға дейін саксондар (Saxones), деп аталатын халық болғандығы анықталды. Эльбаның солтүстік жағалауындағы аумақты Кимбрия Херсонының мойнағында және осы өзеннің сағасындағы үш кішкентай аралда мекендеген. Сондай-ақ, Плинийдің ескертуінен саксондардың осы кезеңде ешқандай маңызы болмағаны анық, өйткені олардан және кимвр қалдықтарынан басқа, қазір Ютландия, Шлезвик және Гольштейнге бөлінген бұл түбекте кем дегенде тағы алты халық болды. Еуропалық халықтың бұл тобы тарихшыларды ерекше қызықтырды, себебі қазіргі Еуропаның ең даңқты халықтарының ата-бабалары. англосаксондар, лоуленд шотландтары, нормандиялықтар, даниялықтар, норвегиялықтар, шведтер, немістер, голландтар, бельгиялықтар, ломбардтар және франктер – барлығы скиф (саксондар), Герман немесе Готика терминдерімен сипаттайтын адамзаттың осы ұлы көзінен шыққан.

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

Бұл халықтардың ежелгі тілдері өздерінің ежелгі ұқсастықтарын, олардың шығу тегі мен ортақ бастауларының байланысты хронологиясын растайды; олар кез-келген адам өзінің күмәнін сөйілте алатын немесе қызығушылығын қанағаттандыра алатын шындықтардың дәлелдерін ұсынады. Тарихта ежелгі гот және саксон тілдерінде, сондай-ақ франк және исланд тілдерінде жазылған құжаттар бар, оларды қазіргі неміс, дат, голланд, швед және фламанд тілдерімен салыстыруда ежелгі ата-бабалар мен олардың қазіргі ұрпақтары арасындағы туыстық қатынасты объективті түрде көрсетеді», - деген деректер жазылған

Жоғарыда келтірілген тарихи деректің дәлелі ретінде филология ғылымдарының докторы Ә. Ахметов «Ағылшын-саксондықтардың арғы тегі сақтар ма?» атты мақаласында ағылшын-саксондық Британия мен скандинавиялық Норвегия, Дания халықтарының тілдерінде де көзге ұрып тұрған түркі сөздеріне ұқсас лингвистикалық ұқсастықтарды байқауға болатынын жазады. Мәселен, түркі тілдеріндегі тіс, тіл, бел, белдік, елік, өгіз, сор (ащы), жер, сор (мұң), дала деген сөздер мен тура сол ұғымдарды білдіретін ағылшын және скандинав тілдеріндегі дәлме-дәл немесе ауыспалы метонимиялық баламалары ұқсас келеді.

Салыстыратын болсақ:

Қазақ тілінде	Ағылшын тілінде	Норвег\дат тілдерінде
тіс	tooth (жекеше түрі)- teeth (көпше түрі)	tann/tand (метонимиялық атау, себебі тіс таңдаймен жапсарлас)
тіл	Tongue (қазақ тіліндегі таңдай деген сөздің түбірі бір)	tunge/tunge (метонимиялық атау, себебі тіл таңдаймен жапсарлас)
бел, іш	belly	belte
белдік	belt	belte/balte
елік (бұлан)	elk	elg
өгіз	ox	okse/okse
жер	earth	jord/jord
сор (ащы)	sour	sur
сор (мұң)	sorrow	sorge/sorg
дала, алқап	dale	dal/dal

Тағы да бір бейжай қалдырмайтын және лингвистикалық фактор ретінде қарастыруға болатын жайт мынау: норвег тілінде қазақ тілінің көптік жалғауына ұқсас: -r, – er деген көптік жалғаулар бар. Мысалы: uge (апта) – uger (апталар); mened (ай) – meneder (айлар). Дат тілінде де зат есімдердің 75 пайызына –r немесе -er көптік жалғауы жалғанады. Тек зат есім дауысты дыбысқа бітсе –r, ал дауыссыз дыбысқа бітсе – er жалғанады. Алдыңғы екі тілмен туыстас швед тілінде де көптік жалғауға қатысты осындай заңдылық байқалады [Akhmetov, 2021]. Демек, жоғарыда атап өтілгендей, сақтар мен скифтердің ағылшын-саксондар мен скандинавиялықтарға генетикалық жағынан бір табан жақын екендігі лингвистикалық тұрғыдан да айқын байқалады. Дәл осы тұрғыдан, яғни генетикалық және лингвистикалық тұрғыдан зер салсақ, осыдан 40 000 жыл бұрын Азиядан Америкаға қоныстанған байырғы америкалықтардың, яғни «үндістердің» де арғы тегі түркі өркениетімен сабақтас деп айтуға негіз бар. Демек, Солтүстік Америкадағы қорғандардың да о бастағы бастау бұлағы Еуразиядағы скифтер мен сақтардың қорған мәдениеттерімен тікелей сабақтас әрі тамырлас деп батыл айтуға әбден болады.

Келесі бір тарихи дерек [3], яғни 673-735 жылдар аралығында өмір сүрген жылнамашы Қадірменді Беде (The Venerable Bede) тарихта «Bede's Ecclesiastical History of the English People», «Ағылшын халқының шіркеулік тарихы» деген атпен қалдырған жылнамасының 25-26 беттерінде: «From the Saxon country, that is, the district known as Old Saxony, came the East Saxons, the South Saxons, and the West Saxons....It was not long before hordes of these peoples eagerly crowded into the island and the number of foreigners began to increase to such an extent that they became a source of terror to the natives who had called them in» деп жазады, яғни «... От саксов, из области известной ныне как Старая Саксония происходят восточные саксы, южные саксы и западные саксы ... упомянутые народы хлынули на остров, и вот уже

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

число пришельцев возросло настолько, что они начали наводить ужас на призвавших их местных жителей», - деп жазады (В.В. Эрлихманның аудармасы). Жазушы Аджи Мурад «Тюрки и мир: сокровенная история» атты еңбегінде сақтардың ізі Англиядағы топонимдерде де байқалатынын айтады: «границы Великой Степи видны и в Англии. Там они память об англосаксонских походах, которые V-VI возглавили тюрки (улус саксов). Разбив аборигенов, кипчаки утвердили свое «островное государство», построив город Кент, который дал название юрту, позже королевству. «Кент» – по-тюркски «крепость из камня». Напротив, через пролив, на материке воздвигли город Кале, (Па-де-Кале) отсюда как известно, и начинались англосаксонские походы» [4]. Интернет беттеріндегі деректерге сүйенетін болсақ, жазушы М. Аджи өз еңбегінде көрсеткеніндей, Кент қаласының Англияның оңтүстік шығысында орналасқан Батыс Сассекспен, солтүстігінде Ессекс корольдігімен шектесіп жатқанын көруге болады. Этимологиялық сөздікке жүгінсек, кент сөзінің ағылшынша этимологиясы былай сипатталады. Kent south easternmost county of England, Old English Cent, Centlond, Centrice, from Latin Cantia, Canticum(Caesar), Greek Kantion(Strabo, 51 B.C.E.), from an ancient British Celtic name often explained as «coastal district» or «corner-land, land on the edge» but possibly «land of the hosts or armies». Related: Kentish(Old English Centisc). яғни Кент-Англияның ең оңтүстік-шығыс округі, Ескі ағылшын тілінде Cent, Cent lond, Centrice, латын тілінен Cantia, Canticum (Цезарь), грек Кантионы (Страбон, б. з. д. 51 ж.), ежелгі Британдық кельт атауынан, көбінесе «жағалау аймағы» немесе «бұрыштық жер яғни шеткі аймақ» деп түсіндіріледі. Кент атауынан пайда болған Кентербери қамалы туралы жазбада қамалдың атауы ескі ағылшын (OE) Кантвар-бурух «кент халқының бекіністі қаласы», cant - тен – «кент халқы» - «тас қабырғамен қоршалған қала»екені жазылған.

М. Аджи өз еңбегінде бұғазға қарама-қарсы аймақта Кале, (Па-де-Кале қаланың ағылшынша атауы Strait of Dover)) қаласын тұрғызып англо-саксондық жорықтардың осы жерден басталғанын жазса, бұл француз қаланың жүздеген жыл бойы англо-саксондықтардың иелігінде болғанын тарихи деректер растайды. Топонимдер энциклопедиялық сөздігінен алынған мәлімет мынадай ақпарат береді, ПА-ДЕ-КАЛЕ (Pas de Calais фр. бұғаздағы қала мағынасын берсе, бұл атау ағылшынша Дувр бұғазындағы қала) қаласы -Ұлыбритания мен Еуропаның арасындағы шағын аймақ. Ескі ағылшын (OE) тілінде Галлия жағалауында орналасқан Галлия бұғазы дегенді білдірген.

Википедия деректеріне сілтеме жасайтын болсақ, ең алғашқы англо-саксондықтар Кент корольдігінің негізін 597 ж. қалап, сол жерде Кентберий қала-қорғанын салады. 823 ж. Кент корольдігі батыстық сақтар – Уессекс жеріндегі Экберт корольдігімен бірігеді [5]. Бұл атауларға Британ аралдарының ең шалғай солтүстігінде орналасқан, шетте жатқан Shetland islands – Шетланд аралдарын қосуға болады. Кей этимологтер Shetland – «shield» – «қалқан», «кылыштың сабы» деген сөзден шыққан деп жорамалдайды. Бірақ бұл тек жорамал ғана. Оның қасында Shetland – «шетте, бөлек жатқан жер» деген жорамал анағұрлым дәлелді тәрізді. Өйткені ағылшын тілінде «шет», «бөлек», «шеттету», «алыстату», «жерді бөлу» деген ұғым беретін айтылымы да, жазылуы да «шет» сөзіне ұқсас «shed» сөзі бар. Оны Вебстер сөздігінен етістік және зат есім мағынасындағы екі сөз ұяшығынан көруге болады: 1. Shed /shed/ v; shed; shedding 1.[ME sheden to divide, separate, fr. OE scēadan; OHG skeidan] to separate, to set apart (бөлектеу, бөлу, бөлек орналастыру) 2. Shed n. Distinction, difference 2. Something (as the skin of a snake) that is discarded in shedding (аралық, айырмашылық, шетке лақтыру) 3. A divide of land. (шеттегі аймақ) [6].

Сондықтан ағылшын тілінің этимологиялық сөздіктеріндегі «AS» (Anglo-Saxon) – «англосаксондар тілінен енген», «OHG» (Old High German) – «Германияның оңтүстігін мекендеген ежелгі герман тайпалары тілінен енген» деген белгісі бар сөздерге үңіле қарау керек деген ойдамыз. Осы жерде II дүниежүзілік соғыс кезінде және 1951-1955 жылдары Ұлыбританияның Премьер-министрі болған Уинстон Черчилль «Ағылшын халқының тарихы» деген төрт томдық еңбегінің бірінші томында сақтар туралы: «Their hard laws, the rigours they endured, were but the results of the immense pressures behind them as the hordes of avid humanity spread westward from Central Asia. Of all the tribes of the Germanic race none was more cruel than the Saxons. Their very name, which spread to the whole confederacy of Northern tribes, was supposed to be derived from the use of a weapon, the seax, a short one-handed sword. The Saxon was moreover a valley-settler. His notion of an economic holding was a meadow for hay near the stream, the lower slopes under the plough, the upper slopes kept for pasture»,- деп жазады [7,49-50]. Осы еңбектің орыс тілінде «Рождение Британии» деген атпен шыққан аударма нұсқасында келесідей аудармасы беріледі: «...их суровые законы были результатом огромного давления алчных

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

орд, катившихся на запад из Центральной Азии. Саки были самыми жестокими из всех германских племен. Само их имя, распространившееся на целую конфедерацию северных народностей, как полагают, произошло от названия короткого одноручного меча. Саки селились прежде всего в долинах. Хозяйство в представлении саков – это луг для сена возле реки, невысокие склоны для пашни и более высокие для выпаса скота» [7].

Украиндық тарихшы-ғалым Валентин Стецюк «Ономастикон» атты сөздік құрастырып, кейбір ағылшын сөздерінің этимологиясы туралы қызықты деректерден мысал келтіреді. Мәселен, «аға» сөзінің түркі тілдерінде жасы үлкен немесе абыройлы адамды атайтыны белгілі, ал «ага» морфемасы сакстарда да «қожайын» мағынасында қолданылған дейді. Оған мысал – батыс жазықтығында (алқабында) өмір сүрген скифтік тайпаның билеушісін Агафирс деп атаған. Thyrus сөзі көне ағылшын тілінде «алып» дегенді білдірсе, латын тілінде «thyrusus» сөзі «статуя діңгегі» деп аударылады. Немесе көне ағылшын тіліндегі «eadan» сөзі «шарасына толған, тояттанған» мағынасында аударылғанын ескере отырып, парсы патшасы Дарийді ойсырата жеңген сақ тайпасының қолбасшысы Иданфирстің ежелгі көшпенділер тайпасынан екенін дәлелдейді. Сондықтан, «Томирис» фильмін түсірген режиссер фильмде жаңадан жасанды тіл ойлап таппай, ежелгі ағылшын тілін қолданады. Ағылшын тіліндегі «ох» сөзінің этимологиясына келетін болсақ, Ф. Де Соссюрдің айтуына қарағанда, француз тілінде кездесетін «боф-өгіз», неміс тілінде кездесетін «окс-өгіз» сөзінің түп төркіні көне түркі тілінен келген және бұл сөз барлық түркі тілдерінде кездеседі [8].

Төмендегі кестеден ағылшын тіліндегі «ох- өкүр» сөзінің фонетикалық өзгеріске қалай ұшыраған көруге болады.

Proto-Turkic: öküř сөзінің праформасын қарасақ:

English	ох
Russian	бык, вол
Old Turkic	öküz
Karakhanid	öküz
Turkish	öküz
Tatar	uğız
MiddleTurkic	öküz
Uzbek	hökiz
Uighur	öküz, höküz
Azerbaijan	öküz
Turkmen	ökiz, öküz
Yakut	oçus
Kirghiz	ögüz
Kazakh	ögiz
Noghai	ögiz
Bashkir	uğıđ
Balkar	ögüz
Gagauz	jöküz
Karaim	oküz, ögüz
Karakalpak	ögiz
Kumyk	ögüz

Дегенмен мұндай жалпыадамзаттық праформалық ұғымдар атауларының пайда болу себептері толық зерттелмейінше, белгілі бір анықтама беру қиын. Мысалға, француз тіліндегі böf (фонетикалық транскрипция) – «бұқа» сөзінің бастапқы ұғымы «өгіз» сөзін білдірген, ал өгіз сөзі еркектік қасиетінен айырылған мал дегенді білдіргеніне қарағанда, ежелгі терминологиядағы өгіз – «өлтiрiлген бұқа, мал», яғни жейтiн ет деген дегенді білдіруі мүмкін. Кестедегі фонетикалық өзгеріске ұшыраған «ох» сөзін француз сөзі böf және ағылшынша beef – «сиыр етінін» түпкі көзі – büth, böf, büf – «өгіз» екені туралы еуразиялық тарихи форумында түркі тілдеріндегі ежелгі үндіеуропеизмдер тақырыбында талқыланады [8]. Кестедегі сөздердің ұқсастық дәлелін алтай тілдерінің этимологиялық сөздігінен де көрініс табады [9]. Латын тілінде buscita – ұрғашы бұзау тайынша, buculus – еркек бұзау тайынша мағынасында, септік жалғаулары алынып тасталғанда сөздің негізгі түбірі bue, bou (грекше), славян

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

тілдерінде *buc/muc* – «бык», осыдан «мукати» – мычать-мөңіреу, итальянша түбірі *mucca* – «сиыр» болып өзгерген. Грамматикалық род қолданылмайтын түркі тілдерінде сиыр сөзі *buca, buga* – сөздері бык мағынасында қолданыла бергенмен, *oguz, ohus* сөздері түркі тілдерінің бәрінде әлі күнге дейін қолданыста бар.

Индо-еуропалық тілдер бағытында *boos, buus* – *booth, buuth* – *boof, buuf* – бык. Осы жерде *böf* – 1) вол, 2) говядина; *beef* – 1) говядина, 2) вол сөздері сөздікте кездеседі, (th дыбысы f дыбысына сөйлеу кезінде ауысқан). Ағылшын тіліндегі Оксфорд қаласы сақтардың «өгіздер өткелі» деп аталған жер атауынан қалған.

Ақын Олжас Сүлейменов «Тюрки в доистории» атты еңбегінде руналық таңбаларды талдай отырып, ағылшын тіліндегі: *face* – бас; *foot* – бұт; *king* – күн (қазақ жеріндегі Таңбалы тастардағы әйгілі күн басты адамды еске түсіріп, ежелгі ағылшын монархтары тәжінің шашыраған күн сәулелеріне ұқсас пішінімен салыстыра келе); *prince* – бірінші (тақтың бірінші мұрагері деген мағынада), *ox* – өгіз, *mouth* – ауыз сөздерімен туыс екенін, «*six*» (*sex*) сөзі бастапқыда «сегіз» деген санды білдіріп, кейін мағынасы «алты» санына ауысқанын дәлелдеді [10].

Бұл сөздердің этимологиясы туралы О. Сүлейменовтен басқа лингвист Ү. Кеңесбаева да өз еңбектерінде жазады. Ал «киң» мен «принстің» түркі тілдерінің «күн» деген сөзі мен «бірінші» деген сөздерінен шыққанын О.Сүлейменов «Тюрки в доистории» еңбегінде жазды. Ал құрамында «сорғыш», «сору», «сорпылдату», «сіңіріп алу» деген мағына беретін «*sor*» түбірі бар «*sorb*», «*absorb*», «*absorption*», «*sorbent*», «*sorbitol*» сөздерін этимологиялық сөздіктер біпесе француздікі, біпесе латын тілінен енген дейді. Сөйте тұрып, «*Sorbs*» («Сорбтар» этнонимі (*Serbja, Serby*) «сорбтар» деп аталатын ортағасырлық этникалық топтардан (*Srbi, сараби*) шыққан. Бастапқы этнонимі сорбтар, Балқан түбегінде өмір сүрген сорбтар немесе сербтер) халқын Германияның Саксония мен Бранденбург аймақтарында тұрақтап қалған (бәлкім, сорылып, сіңісіп, яки ассимиляцияға түскен – Ү. Кеңесб.) славян тайпасы, яғни сербтер деп түсіндіреді, дегенмен ағылшын тілінде ежелден бар «*sore*» [*so(ə)r*] бірінші мағынасы – «жара», екінші мағынасы «сор», «бақытсыздық», «қышкыл» деп аударылатын сөздер қайдан жүр? [11].

Қазіргі қазақ тілінде «дүңгіршек» деп аударылып жүрген «киоск» сөзі («*kiosk*») түркінің «қос» сөзінен туындағанын айтуға болады. Қос – көшпелі қазақ тұрмысында көшіп-қонуға ыңғайлы, тігуі, жығуы оңай, уақытша тұруға арналған шағын баспана. Қосты тіккенде екі керегенің немесе бірнеше сырғауылдың басын қосып, үстіне киіз немесе тулақ жаба салады. «Вебстер сөздігі» ағылшын халқы «қос» сөзін «жан-жағы ашық жазғы терраса үй» деген ұғым үшін және газет-журнал сататын немесе көшеде телефонмен сөйлесетін бір немесе бірнеше жағы ашық жеңіл құрылымның атауы ретінде қолданатынын айтады: *ki-osk* ['kē- äsk] n. [*Turk köşk,*] 1: an open summerhouse or pavilion 2: a small light structure with one or more opensides used esp. As newstand or a telephone booth» [12].

Рим империясы кезінен қалған деп есептелетін құрамында *-caster, -cester, -chester* Lancaster – Ланкастэр, Manchester – Манчестэр, Winchester – Винчестэр, Leicester – Лестэр деген топонимдерде де «уақытша тұрақ, уақытша салынған баспана» деген мағына бар. Рим басқыншылары «уақытша» деп салған қоныстардың көбісі кейіннен үлкен елді мекенге айналып, ол жерге корольдердің (киндердің) резиденциясы салынды. Содан барып *castle* [ka:sl] – қамал, ел билеушілер тұратын жер, *castelan* [ka:stılən] – «кастельян, қамалды күтуші адам» деген сөздер туындады. Бұдан шығатын қорытынды – Еуропа тілдеріндегі «үй» деген мағына беретін сөздердің көпшілігіне көшпелі түркілердің «қос» сөзі негіз болған.

Қазақстан Республикасының мемлекеттік туының түсі ағылшынша «*turquoise*»– «түркінің түсі» деп аталады. Фируза деп аталатын бағалы тас бар, орыс халқы оны «бирюза», грек тілінде «каллаит», парсы тілінде «пероза» дейді. Ағылшын тілінде «көк» – «*blue*» ұғымының реңктерін білдіретін: *Navy blue, emerald blue, dark blue, turquoise, sky blue, Royal blue, aquamarine, light blue* деген мағыналары бар. Солардың ішіндегі *turquoise* – түркінің түсі сөзін Вебстер сөздігі: «*turquoise* also *tur-quois* /tər-(w)oiʒ/ n [*Middle English turkeys, from Anglo-French turkeise, from feminine of turkeys Turkish, from TurcTurk: a mineral that is blue, bluish green, or greenish gray hydrous basic copper aliminum phosphate, takes a high polish, changes sometimes to a green tint, but when sky blue is valued as a gem. 2: a variable color averaging a light greenish blue*» көгілдір, көкшіл-жасыл немесе жасыл-сұр мыс, сулы фосфаты жоғары санатты жылтырақ минерал тас, кейде жасыл реңкке ие болады, бірақ аспан түстес түрі асыл тас ретінде бағаланады. Яғни *turquoise* сөзі түркі халқымен тікелей байланысты екендігін айтады.

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

Ұлттық рәміздеріміз туралы жазылған ағылшынша мәтіндерде Қазақстан Республикасының туының түсі «sky blue», «blue» деп суреттеліп жүр. Дегенмен ағылшын тілінің сөздік қорының байлығын пайдаланып, дәлірек айтар болсақ, туымыздың түсі – turquoise .

Төмендегі сөздер семантикасы ғылыми дәлелденбегенмен, қазақ тіліндегі бірліктер мағынасымен ұқсас.

Дюйм – Түйме деген сөзге өте ұқсас. Одан шығатын Түймеқыз ағылшындағы Thumbelina сөзіне келіп тұр. Sir – сері (Сэр) - еркектерге берілетін дәреже. House – куыс (пана, үй). Boot-foot – бұт (аяқ киім) деген сөз, бұл жерде қырғызша аяқ дегенге келіп тұр. Boy – бойы ердің тұсына жеткен (боз бала). Queen – Күн (Патшайым). And – енді (және). Ары қарай не болды деген сияқты. Men, man – мен (ер адам) сөзі ер адамдарға қатысты сөз сияқты, мысалы, шабар-ман сөзіндегі тәрізді ер адамдар атқаратын шаруаларға қатысты ұғым-атау қалып қойған деп жорамалдауға болады. Ал ежелден қолданылатын «Аларманға алтау аз, берерменге бесеу көп», өлермен нұсқалары мен кейін пайда болған оқыр-ман, көрер-мен, тындар-ман, ең жаңа мәжіліс-мен сөздеріндегі компонент тарихи даму барысында жинақтау мәніне ие болған сияқты, яғни ағылшын тіліндегі жекеше/көпше түр қазақ тіліндегі сингармонизм заңының көрінісі деуге болады. Сөз құрастырудағы мынандай сөздерге мән берсек, ағылшын тіліндегі –er жалғауы жалғануы арқылы пайда болатын мамандық атаулары көбіне ер адамға қатысты, soldier, engineer, worker, teacher сөздері ертеде ер азаматтардың атқарған кәсіп атаулары немесе ардагер, қаламгер, мұрагер сөздеріне мән беретін болсақ, бұл зат есімдердің көп жағдайда ер адамдарға қатысты айтылатынын байқауға болады.

Енді етістіктер туралы айтар болсақ, етістікті (глаголды) көрсету үшін ағылшын тілінде to(ту) инфинитивтегі формасы етістіктің алдына қойылады – to do, to go, to make, to see, to love...etc қазақ тілінде салыстыратын болсақ, -ту (күрделі) қосымшасы да етістіктің инфинитив формасын жасайды [13].

Мысалға: көбейту, санату, айту, шақырту. Бұл ұқсастықтағы ерекшелік тек қана to инфинитиві ағылшын тілінде сөздің алдында тұрса, қазақ тілінде ол соңында қойылып, инфинитив формасын көрсетуі.

Қорытынды

Тілдік бірліктердің бір тілден екінші тілге ауысып, кірме сөздер ретінде танылуы сияқты ағылшын және қазақ тілінде мағынасы мен этимологиясы ұқсас сөздер мәселесі талданды. Талдау нысаны ретінде үнді-еуропа тілдері мен түркі тілдері арасындағы ұқсас лексикалық бірліктер мен тұрақты сөз тіркестері салыстырмалы аспектіде зерделеніп, сөздердің этимологиялық жағынан туыстығын сипаттайтын белгілерді анықтау талқыланды. Түркі халықтары мен үнді-еуропа халықтарының арасындағы таным ерекшеліктерінің арасындағы кейбір дыбыстық сәйкестіктер мен дыбыстық алмасулар лингвистикалық өзгеріске әкеп соқтыратыны сараланды [14].

Мақаланы жазу барысында ағылшын және қазақ сөздерінің ұқсас жерлерін шетелдік және отандық лингвист ғалымдардың деректеріне сүйене отырып көрсетіп, қабылдаушы жүйенің әсерінен көптеген фонетикалық, грамматикалық, тіпті семантикалық өзгерістерге ұшырағанын және қабылдаушы тіл грамматикасының заңдылықтарына бейімделгенін нақты мысалдармен дәлелдеуге бағытталды [15].

Қорыта айтқанда, түркі сөздерін, оның ішінде қазақ тіліндегі кейбір сөздерді үндіевропалық сөздермен салыстырсақ, көптеген сөздердің түркі сөздеріне ұқсас екенін, бірақ алғашқы бейнесін жоғалтып өзгергенін байқауға болады. Әрине, екі топтағы тілдердегі түркі кірме сөздерінің саны мен қолданылу жиілігі бірдей емес әрі тұлғасы өзгеріске ұшырағаны заңды жайт, сондықтан олардың танылуы қиын, дегенмен тілдік түйсігі айрықша билингв немесе полилингв зерттеушілер мұндай сөздерді бірден байқап, этимологиясына назар аударатыны сөзсіз. Ал бұл кез келген тілдегі кірме сөздер қабатын нақтылауға мүмкіндік береді [16].

Әдебиеттер тізімі

1 Жұбатова Б.Н. Қазақ тіліндегі араб, парсы кірме фразеологизмдер[Мәтін].-2-басылым.- Алматы: Қазақ университеті, 2014. – 3,5 беттер.

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

- 2 Сыздық Р. Қазақ тіліндегі ескіліктер мен жаңалықтар [Мәтін]. – Алматы: Арыс, 2009. – 272б.
- 3 Эрлихман В.В. Беда Достопочтенный. Церковная история народа англ. [Перевод]. Санкт-Петербург: Алетей, 2001. – 21,22– с.с
- 4 Аджиев М.Э. «Тюрки и мир: сокровенная история» [Текст]. – Москва: ООО «Издательство АСТ», 2004. – 649с. – ISBN 5-17-024789-3
- 5 Kent, Kentberry туралы библиографиялық мағлұматтар [Электронды ресурс] – Қол жеткізу тәртібі: <https://en.wikipedia.org/wiki/Kent>
- 6 Online Etymology Dictionary. – [Электронды ресурс] – Қол жеткізу тәртібі: <https://www.etymonline.com>
- 7 Черчилль У. С. Рождение Британии [Текст]. – М.: Русич, 2010. – 574 с
- 8 Древние индоевропейцы в тюркских языках. – [Электронный ресурс] – : <https://forum-eurasica.ru>
- 9 Сулейменов О. Тюрки в доистории. О происхождении древнетюркских языков и письменностей [Текст] . – Алматы. – Атамұра. – 2004. – 320с
- 10 Кеңесбаева Ү. Ағылшын тіліндегі түркізмдер. – [Электронды ресурс] – Қол жеткізу тәртібі: <https://anatili.kazgazeta.kz/news/4385>
- 11 Online Merriam-Webster Dictionary. – [Электронды ресурс] – Қол жеткізу тәртібі: <https://www.etymonline.com>
- 12 Олизько Н.С., Хамитова Ш. А., Адилова А. С., Ибраева А.Г. Үнді-еуропа тілдерінде ұшырасатын түркі сөздері туралы [Мәтін]. // Торайғыров университетінің Хабаршысы.-Филология сериясы.-2022. – №3. – Б. 171-179
- 13 Khamitova Sh., Adilova A., Olizko N. Historical background of Turkizms in English language. [Text]. // Bulletin of Karaganda University. Philology series.-2021.-№2.-P 53-58 <http://doi.10.31489/2021Ph2/53-58> UDK 621.313.333.02
- 14 Khassenov B. Sound symbolism in the Proto-Turkic language. // NAMES: 3L: LANGUAGE, LINGUISTICS, LITERATURE, 27(1), 102-114. <http://doi.10.17576/3L-2021-2701-08>
- 15 Kiaer J., Calway N., Ahn H. Chinese, Japanese and Korean-inspired Culinary Words in the English Language. // NAMES: 3L: LANGUAGE, LINGUISTICS, LITERATURE, 3L: LANGUAGE, LINGUISTICS, LITERATURE, THE SOUTHEAST ASIAN JOURNAL OF ENGLISH LANGUAGE STUDIES Vol 27(3), September 2021 <http://doi.org/10.17576/3L-2021-2703-01>
- 16 Khassenov B., Adilova A., Rapisheva Z. Colour Symbolism in Turkic Culture: A New Look in the Reconstruction of Colour Designation. // NAMES: PERTANIKAJOURNAL OF SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES. 2022, 30(4), 1753–1766

Ш.А. Хамитова

О фонетической и грамматической адаптации тюркизмов в английском языке

В данной статье рассматривается проблема слов со схожим значением и этимологией в английском и казахском языках. Обмен культурными и языковыми единицами стимулирует внутренние силы принимающего языка и создает условия для его дальнейшего развития. Известно, что некоторые звуковые идентичности и звуковые обмены, происходящие между различными языками в результате прохождения языка различных исторических стадий, приводят к лингвистическим изменениям. Статья будет направлена на то, чтобы на конкретных примерах показать сходные места английского и казахского слов, опираясь на данные зарубежных и отечественных ученых-лингвистов, доказать, что под влиянием принимающей системы претерпели множество фонетических, грамматических и даже семантических изменений и адаптировались к закономерностям грамматики принимающего языка.

Ключевые слова: история слов, английский язык, языковые связи, тюркизмы на индоевропейских языках, процесс ассимиляции.

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

Sh.A. Khamitova

About phonetical and grammatical adaptation of turkisms in english

This article discusses the problem of words with similar meanings and etymology in English and Kazakh. As a result of linguistic relations, not individual sounds and morphemes, but also lexical units and stable word combinations are included from one language system to another. The article will be aimed at showing by concrete examples similar places of English and Kazakh words, based on the data of foreign and domestic linguists, to prove that under the influence of the host system they have undergone many phonetic, grammatical and even semantic changes and adapted to the patterns of grammar of the host language.

Key words: the history of words, English, language connections, Turkisms in Indo-European languages, the process of assimilation.

References

- 1 Zhubatova B.N. Qazaq tilindegi arab, parsy kirme frazeologızmdar [Arabic and Persian idioms in the Kazakh language] [Text].- 2-basylym.-Almaty: Qazaq ынiversiteti, 2014. – 3, 5 p.
- 2 Syzdyk R. Qazaq tilindegi eskilikter men jańalyqtar [Old and new in the Kazakh language] [Text].- Almaty: Arys, 2009. – 272p.
- 3 Ehrlichman V.V. Beda Dostopochtennyı. Serkovnaia istoria naroda anglov [Bede’s Ecclesiastical History of the English People][Translation].- Sankt-Peterbúrg: Aleteia, 2001. – 21,22-p
- 4 Adzhiev M.E. «Túrki i mir: sokrovennaia istoria» [Turks and the World: a secret history] [Text].- Máskeý: «AST baspasy JSHS, 2004.- 649S. - ISBN 5-17-024789-3
- 5 Kent, Kentberry týraly bibliografialyq maǵlumattar [Bibliographic information about Kent, Kentberry].- [Electronic resource] – Access mode: <https://en.wikipedia.org/wiki/Kent>
- 6 Online Etymology Dictionary.- [Electronic resource] – Access mode: <https://www.etymonline.com>
- 7 Churchill W. S. Rojdenie Britanii [The birth of Britain] [Text].- M.: Rýsich, 2010. – 574 p
- 8 Drevnie indoeuropeizmy v túrkskih ıazykah [Ancient Indo-Europeanisms in the Turkic languages].- [Electronic resource] – Access mode: <https://forum-eurasica.ru>
- 9 Súleimenov O. S. Túrki do istorii. O proishhojdenii drevnetúrkskih ıazykov ı pısmen osteı [The Turks in prehistory. On the origin of ancient Turkic languages and scripts].- [Text].- – Almaty. – Atamura. – 2004. – 320p
- 10 Keńesbaeva Ú. Áǵylshyn tilindegi túrkızmdar [Turkisms in English]. – [Electronic resource] – Access mode: <https://anatili.kazgazeta.kz/news/4385> 2010
- 11 Online Merriam-Webster Dictionary. –[Electronic resource] – Access mode: <https://www.etymonline.com>
- 12 Olizko N.S., Khamitova Sh.A., Adilova A.S., Ibraeva A.G. Úndi-eýropa tilderinde ushyrasatyn túrki sózderi týraly [About Turkic words in Indo-European languages].- [Text].- Toraiǵyrov ынiversitetiniń Habarshysy.-Filologia seriasy.-2022. – №3. – 171-179p
- 13 Khamitova Sh., Adilova A., Olizko N. Historical backround of Turkizms in English language. [Text]. // Bulletin of Karaganda University. Philology series.-2021.-№2.-P 53-58 <http://doi.10.31489/2021Ph2/53-58> UDK 621.313.333.02
- 14 Khassenov B. Sound symbolism in the Proto-Turkic language. // NAMES: 3L: LANGUAGE, LINGUISTICS, LITERATURE, 27(1), 102-114. <http://doi.10.17576/3L-2021-2701-08>
- 15 Kiaer J., Calway N., Ahn H. Chinese, Japanese and Korean-inspired Culinary Words in the English Language. //NAMES: 3L: LANGUAGE, LINGUISTICS, LITERATURE, 3L: LANGUAGE, LINGUISTICS, LITERATURE, THE SOUTHEAST ASIAN JOURNAL OF ENGLISH LANGUAGE STUDIES Vol 27(3), September 2021 <http://doi.org/10.17576/3L-2021-2703-01>
- 16 Khassenov B., Adilova A., Rapisheva Z. Colour Symbolism in Turkic Culture: A New Look in the Reconstruction of Colour Designation. // NAMES: PERTANIKA JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES. 2022, 30(4), 1753–1766

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

ҒТАМР 16.01.45

ӘӨЖ: 81-139

К.А. Асанова, А.Т. Мырзаханова

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

Қазақ және орыс тілдерін оқытуда қолданылатын тиімді әдістер мен тәсілдер

Мақалада өскелең ұрпаққа тілдерді үйретуде қолданылатын тиімді әдіс-тәсілдер туралы айтылған. Тәсіл мен әдіске жеке-жеке тоқталып, анықтама берілген. Сабақтарда қолданылатын әдіс-тәсілдердің ерекшеліктері мен пайдалы жақтары қарастырылған. Білім алушы оқу үдерісінде өз бетінше білім алуына бағытталып, осы мақсатта оқытушының тиімді іс-әрекеттің түрлі формаларын қолдануын көздейтін жүйелік-әрекетті тәсілге, білім алушының ауызша және жазбаша сөйлеу дағдыларын дамытуды көздейтін коммуникативтік тәсілге, білім алушыларды белгілі бір қорытындыларға әкеліп, нәтижелі білім алуға бағытталған индуктивтік әдіске, зерттеушілік әрекет дағдыларын дамытатын, ғылыми таным әдістерімен танысуға жәрдемдесетін, білім алушының танымдық қызығушылығын қалыптастыратын зерттеу тәсіліне, үйретуші мен үйренушілердің өзара әрекеттесуін оқытудың негізі деп танитын және сондай қатынасқа жағдай жасайтын әдіс интербелсенді әдіске және т.б. әдіс-тәсілдерге анықтама біеріліп жан-жақты түсіндірілген.

Түйін сөздер: Білім беру, заманауи технологиялар, тиімділік, құзіретті өкіл, әдіс-тәсіл, дағды, белсенділік, шығармашылық ізденіс, қызығушылық, ғылыми таным, білім алушы, нәтижелі білім.

Қазіргі заман талабына сай өсіп келе жатқан жеткіншек заманауи технологияларды кеңінен пайдалануға бейім екені баршамызға аян. Сондықтан студент қызығушылығын, сабақтың тиімділігін арттыру үшін және жалпы болашақ қоғамға бейім құзыретті өкілдерді тәрбиелеу үшін түрлі әдіс-тәсілдерді қолданғанымыз жөн деп санаймыз [1].

Әдіс-тәсілдер туралы айтпастан бұрын, олардың ара жігін ажыратып алайық. Әдіс дегеніміз - техникалық құралдар, құрылғылар, көмекші заттар, көрнекі құралдар көмегімен жүзеге асырылатын іс-әрекеттер. Тәсіл дегеніміз - көмекші құралдар, аспаптар, техника көмегімен жүзеге асырылады. Мысалы, студенттерге сұрақ қою, жауап алу, ауызша түсіндіру - әдіс болса, студенттің тақтаға шығып, жаттығуды орындауы, интербелсенді тақта көмегімен жаңа тақырыпты түсіндіру, көрнекі құралдарды пайдалану тәсілдер болып табылады. Біз бұл мақалада тіл үйрету сабақтарында қолданылатын тиімді педагогикалық әдіс-тәсілдердің негізгі түрлерін теориялық және практикалық жағынан зерделеп қарастыруды жөн көрдік. Сонымен, әдіс-тәсіл түрлері және оларды сабақта жүзеге асыру жолдары:

1. Жүйелік-әрекетті тәсіл— оқу-тәрбие үдерісінде білім алушы өз бетінше білім алуына бағытталып, осы мақсатта оқытушының тиімді іс-әрекеттің түрлі формаларын қолдануын көздейді.
2. Коммуникативтік тәсіл — бірінші кезекте білім алушының ауызша және жазбаша сөйлеу дағдыларын дамытуды көздейді. Қарастыратын мәтін, мазмұнын түсініп, туындаған жағдаятқа сәйкес тілді қолданып үйренуге бағытталған.

Студенттерге тақырып бойынша мәтін беріледі. Мәтінді оқытушының оқып беруі, аудио жазбаны тыңдату немесе оқылым т.с.с. сияқты білім беру машықтарын қолдануы мүмкін. Мәтінмен танысқан студенттер мәтінмен жұмысқа кіріседі.

Мәтінмен жұмыс арқылы мейлінше студенттерді сөйлетуге тырысамыз. Мысалы мәтін бойынша сұрақ құрастырып, оларды бір-біріне қойып, жауап алу. Мәтіннің жоспарын құрып, сол жоспар бойынша мәтінді әңгімелеу. Мәтіннің тақырыбы мен негізгі ойды табу, оған баға беру, пікір жазу, грамматикадан өткенді қайталау, еске сақтау және т.б. бойынша тапсырмалар орындау.

3. Индуктивтік әдіс. Индукция — латын сөзі. Білім алушылар белгілі бір қорытындыларға әкелу. Алдымен оқушыларға жеке заттар, құбылыстар түсіндіріледі, фактілерден қорытындылар шығартады.

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

Осы әдісті іске асыру барысында, мысалы, Брейн ринг ойынын өткізуге болады. Брейн-ринг (ағылш. *brai* - ми) - телевизиялық зияткерлік ойын. Бірінші рет эфирге 1990 жылы 18 мамырда шықты. Алғаш жүргізушісі Владимир Ворошилов болды.

Екі топ арасындағы жарысқа негізделген ойын. Әр топта 6 ойыншыдан болады. Топтар қарама-қарсы орналасқан үстелдерде жайғасады. Үстел үстінде бір кнопкадан болады. Ортада жүргізуші топтарға арналған ортақ сұрақ қояды. Жауап беру құқығын кнопканы бірінші болып басқан топ алады. Жауап қате болса, қарсы топқа ойлануға 20 секунд және жауап беру кезегі беріледі. Сұрақтың құны 1 ұпай. Ойында жеңіп шығу үшін топ 5 ұпай жинауы шарт.

Синквейн құру. Дәстүрлі синквейнді ХХ ғасырдың басында американдық ақын Аделаида Крэпси жапонның дәстүрлі *хайку* және *танка* жанрындағы шығармаларына сүйене отырып дамытты. Синквейн жазу, автордың материалдан негізгі ақпаратты таба білу, оларды қысқаша тұжырымдау және қорытындылау талап етілетін еркін шығармашылық түр болып есептеледі. Әдетте, сын тұрғысынан ойлануға мүмкіндік беретін бұл әдіс ақпаратты түйіндеуге, күрделі ойларды нақты жеткізуге, кері байланыс жасауға тиімді болып келеді. Жеке жұмыста да, топтық, жұптық жұмыстарда шығармашылықпен орындайтын тапсырма ретінде қолдануға болады. Синквейн арқылы сөздік қорды, ойлау қабілетін дамытуға болады. [2]

4. Түсіндірмелі-иллюстративтік әдіс арқылы адамзат жинақтаған тәжірибені аз уақыт ішінде беруге болады. Оның пайдасы ғасырлар бойы тексерілген және көп елдерде қолданылады. Түсіндірмелі-иллюстративтік әдіс бастауыш мектептерде кең тараған. Ол арқылы білім «дайын» күйінде беріледі. Студентке материалды қабылдауға көмектеседі, оны білім алушы түсініп, естерінде қалдырады. Бұл әдісті шектен тыс қолдануға болмайды.

5. Зерттеу тәсілі - зерттеушілік әрекет дағдыларын дамытуға, ғылыми таным әдістерімен танысуға жәрдемдеседі, білім алушының танымдық қызығушылығын қалыптастырады. Зерттеу әдісі шығармашылық жұмыс тәжірибесін жақсы үйрену үшін қолданылуы мүмкін. Зерттеу әдісі арқылы білім алушы білімін қолданып, ғылыми таным әдістерімен жұмыс істеп үйреніп, жаңа мәселелерді шешу тәжірибесін жинақтайды.

6. Интербелсенді әдіс – үйретуші мен үйренушілердің өзара әрекеттесуін оқытудың негізі деп танытын және сондай қатынасқа жағдай жасайтын әдіс. (inter – аралық, бірнеше, action- әрекет дегенді білдіреді) Өзара әрекеттестік әдетте, белгілі бір мәселені әңгімелесу, талқылау арқылы шешу. Дәл осы әдісті іске асыру мақсатында - «Проблемалық сұрақ» әдісін қолданғанда студенттер орындайтын іс-әрекеттен шығармашылық іс-әрекетке көшеді. Қоғамдағы өзекті мәселелерді шешу жолдарын қарастырып көреді. Олар мәселені шешпесе де, танымдық қабілеттерін қолдана отырып, қиындықтарды шешу жолдарын қарастырады. Мәселелерді шешу жолдарын қарастыру студенттер үшін пайдасы көп.

7. Ойындар: жағдаяттық тапсырмалар, кәсіби рөлдік ойындар. Оқыту мақсатында қолданылатын ойындардың түрлері көп. Оларды оқуда да, еңбекте де қолдануға болады. Ойын туралы көптеген теориялар бар. Солардың бірін алғаш рет жасаған Ф.Врубель. Ол: «Ойын арқылы бала өзін-өзі көрсеткісі келеді» - дейді.

8. Экспрессия (латын сөзі, бейнелеу) әдісі арқылы жасалған жағдайда білім алушылар нақты құндылықтар жасап, өздерін танытады. Білім алушылардың сахналық қойылымдарда түрлі рөлдерде ойнауы, сценарий жазулары, режиссер, ұйымдастырушы болулары, қарапайым шығарманы сахнаға лайықтап қоюы және т.б.

Дебат ойындары. Жалпы, дебат дегеніміз – белгілі бір тақырып аясында пікірсайыс, жарыссөз, айтыс десек те болады. Шешендік өнер мен ой ұшқырлығы сынға түсетін ойын. Дәлелдер мен фактілерге сүйенеді. Белгілі бір тәртіпке бағына отырып, ойыншылар бір-біріне құрмет танытады. Сондықтан оны дұрыс жоспарлай білу керек. Қатысушы білімді, батыл және әдепті болуы тиіс. Ең бастысы, дебат – ұрыс алаңы емес, нақты тақырып аясында арнайы ережелер негізінде ой жарыстыру. Ол білім алушылар үшін жаңа мүмкіндіктерге жол ашады. Ортасы өзгереді, достары көбейеді. Сөйлеу мәдениеті қалыптасып, ойды тиянақты жеткізуге дағдыланады. Үнемі ізденісте болады. Пікірсайыста жетістікке жету үшін көзқарас, мықты мінез, өз ұстанымын дәлелді түрде қорғай білуге жетелейтін ұмтылыс маңызды. Ол үшін көп кітап оқып, танымдық бағдарламаларды қарап, қарым-қатынас орната білу, аргументация дағдыларын дамыту бойынша үнемі жұмыс істеу керек.

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

9. Импрессивтік әдіс. Импрессия (латын сөзі, әсер, толғаныс, сезім) әдісі арқылы балалар мен жастар немесе ересектер шығарма және оның авторы туралы ақпарат алып, оны талдап, шығарманың негізгі идеясын айтады. Білім алушылар шығарманың негізгі идеяларын оның кейіпкерлерінің мінез-құлқымен, жүріс-тұрысымен салыстырады, өзінің сөзі мен ісіне ойлана қарай бастайды.

Егер әдістерді оқу үдерісіне тиімді енгізсе, бұл студенттердің танымдық белсенділігін арттыруға, өз бетінше оқуға және олардың шығармашылық қабілеттерін қалыптастыруға ықпал етеді. Студенттер оқудың қызықты және оңай өтетінін, командада жұмыс істеуді үйренетінін, білімдерін тереңдететінін және нығайтатынын түсінеді. Кәсіби біліктілікті жетілдіру және білім беру мазмұның жаңарту шеңберінде біздің құзыреттілігімізді қалыптастыру шартымен ғана біз тиімді нәтижелерге қол жеткізе аламыз деп сеніммен айтуға болады.

Жаңа әдіс-тәсілдерді тиімділігіне қарай пайдалану үшін, әр оқытушы білім алушылардың жас ерекшеліктерін ескере отырып, педагогикалық мақсат-мүддесіне, өзінің шеберлігіне байланысты таңдап алады. Жаңа әдіс-тәсілдерді жүзеге асыруда мұғалімнің белсенділігі, шығармашылық ізденісі, өз кәсібіне деген сүйіспеншілігі, шәкірттерін бағалауы ерекше орын алады [3].

Әдебиеттер тізімі

1 <https://abyroi.art/maqala/oqytudyn-zhana-adis-tasilin-qoldanu-arqyly-oqushylardyn-shygarmashylyq-qabiletterin-arttyru/>

2 Кудайбергенова, С. А. Методики обучения казахскому языку / С. А. Кудайбергенова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 29 (133). — С. 583-585. — URL: <https://moluch.ru/archive/133/36566/>

3 Еркибаева Г.Г., Ныязбекова К.С. Проблемы взаимосвязанного обучения родному и русскому языкам в школе с казахским языком обучения // Современные научные исследования и инновации. 2013. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2013/06/25238>

К.А. Асанова, А.Т. Мырзаханова

Эффективные методы и подходы при обучении казахскому и русскому языкам

В статье рассматриваются эффективные методы и подходы, используемые при обучении языков подрастающего поколения. Подход и метод обсуждаются отдельно, и дается определение. Рассмотрены особенности и преимущества методов, используемых на уроках. Даны определения и разъяснения системно-деятельностному подходу, направленному на самообразование обучающегося в учебном процессе и предполагающему использование преподавателем различных форм эффективной деятельности с этой целью, коммуникативному подходу, предусматривающему развитие навыков устной и письменной речи обучающегося, к индуктивному методу, направленному на получение продуктивного образования, приводящего обучающихся к определенным выводам, к способу исследования, развивающему навыки исследовательской деятельности, способствующему знакомству с методами научного познания, формирующему познавательный интерес обучающегося, к интерактивному методу, который формирует взаимодействие преподавателя и обучаемых основой обучения и создает условия для такого общения, и другим методам и приемам обучения.

Ключевые слова: Образование, современные технологии, эффективность, компетентностный представитель, метод, навыки, активность, творческий поиск, интерес, научное познание, обучающийся, продуктивные знания.

К.А. Asanova, A.T. Myrzakhanova

Effective methods and approaches used in teaching the Kazakh and Russian languages

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

The article talks about effective methods used in teaching languages to the younger generation. The approach and method are highlighted and defined separately. The features and advantages of the methods used in the lessons are considered. Definitions and explanations are given to the system-activity approach aimed at self-education of the student in the educational process and involving the use by the teacher of various forms of effective activity for this purpose, to the communicative approach providing for the development of oral and written speech skills of the student, to the inductive method aimed at obtaining productive education, leading students to certain conclusions, to the method of research, developing the skills of research activities, contributing to familiarity with the methods of scientific knowledge, it forms the cognitive interest of the student, to the interactive method, which forms the interaction of the teacher and the trainees as the basis of learning and creates conditions for such communication, and other teaching methods and techniques.

Keywords: Education, modern technologies, efficiency, competence representative, method, skills, activity, creative search, interest, scientific knowledge, learner, productive knowledge.

References

- 1 <https://abyroi.art/maqala/oqytudyn-zhana-adis-tasilin-qoldanu-arqyly-oqushylardyn-shygarmashylyq-qabiletterin-arttyru/>
- 2 Kудайбергенова S.A. Methodologies for Teaching the Kazakh Language / S.A. Kудайбергенова. — Text: direct // Young Scientist. — 2016. — No. 29 (133). — P. 583-585. — URL: <https://moluch.ru/archive/133/36566/>
- 3 Yerkibayeva G.G., Nyazbekova K.S. Problems of Interrelated Teaching of Native and Russian Languages in Schools with Kazakh as the Medium of Instruction // Modern Scientific Research and Innovation. 2013. No. 6 [Electronic Resource]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2013/06/25238>

Раздел 5

**Химические и
фармацевтические
технологии.
Безопасность
жизнедеятельности**

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

ГТАМР 54.08.01

ӘӨЖ: 614.898

Г.С.Тлеулесова., Т.С.Каппарова, А.А.Чернышева, А.Ж. Мереке

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

Химия өнеркәсібіндегі жеке қорғаныс құралдары

Бұл мақалада химия өнеркәсібіндегі жеке қорғаныс құралдары қарастырылады. Арнайы киімдер мен аяқ киімдердің жұмысшының денсаулығы мен қауіпсіздігін қорғау мақсатындағы қолданылуы мен түрлері егжей-тегжейлі сипатталған. Сонымен қатар, химия өнеркәсібіндегі әртүрлі жұмыс жағдайларына жеке қорғаныс құралдарының ерекшеліктері мен оларды қолдану шарттары көрсетілген. Жұмысшыларды қорғаудың әртүрлі құралдары мен әдістері толықтай сипатталған. Тыныс алу органдарын қорғау құралдарының түрлері мен жұмыс жағдайлары, сондай-ақ басқа да жеке қорғаныс құралдары, мысалы, бастың, қолдың, көздің және терінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қолданылатын арнайы киімдер мен құрылғылар нақты көрсетілген.

Түйін сөздер: жеке қорғаныс құралдары, арнайы киім, қорғайтын арнайы киім, еңбек жағдайлары, жұмыс аймағы, өндірістік зиянды заттар, ластаушы заттар, ауадағы зиянды заттар, химия өнеркәсібі

Кіріспе

Арнайы киім адам денесін өндірістік зиянды заттардан сенімді қорғауы, дененің қалыпты терморегуляциясын қамтамасыз етуі, ыңғайлы, қозғалысқа кедергі келтірмеуі және ластанудан жақсы тазартылуы керек.

Арнайы аяқ киім жұмысшының аяқтарын қоршаған ортаның ықтимал зиянды әсерінен қорғауды қамтамасыз етуі керек: жарақаттар, агрессивті заттар, төмен температура, күйіктер, шаң мен ластаушы заттар.

Арнайы киім қорғаныш қасиеттері бойынша: жалпы мақсаттағы, ылғалдан қорғайтын, радиоактивті ластанудың әсерінен қорғайтын, қышқылдан қорғайтын, мұнай-майдан қорғайтын, механикалық әсерден қорғайтын, шаңнан қорғайтын, органикалық еріткіштерден қорғайтын, термиялық қорғайтын және электрден қорғайтын болып бөлінеді.

Арнайы киім костюм (куртка, шалбар) , комбинезон, жартылай комбинезон, халат, алжапқыш және т. б. түрінде болуы мүмкін.

Арнайы киімдерді жуу, залалсыздандыру, химиялық тазалау, газдан тазалау және жөндеуді кәсіпорын әкімшілігі санитариялық-эпидемиологиялық станциямен келісілген мерзімде жүргізеді. Кәсіпорын әкімшілігі жұмысшылар мен қызметшілерге арнайы киім мен арнайы аяқ киімнің берілуін және пайдаланылуын қажетті есепке алуды және бақылауды ұйымдастыруға міндетті.

Еңбек жағдайларының өзгеруімен және жаңа өндірістердің енгізілуімен көбінесе жаңа типтегі арнайы киімдер мен арнайы аяқ киімдерді әзірлеу және жасау қажеттілігі туындайды. Мұндай әзірлемені жеңіл өнеркәсіп министрлігінің институттарында тапсырыс берушінің техникалық талаптары бойынша (химия өнеркәсібінде - БХҒЗИ әзірлеген техникалық талаптар бойынша) жүзеге асырады.

Негізгі бөлім

Химия өнеркәсібінде жалпы мақсаттағы жұмыс киімдерімен қатар келесі жұмыс киімдері кеңінен қолданылады:

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Ылғалдан қорғайтын арнайы киім (су өткізбейтін және су өткізбейтін) . Су өткізбейтін судың енуінен толық қорғау үшін қолданылады. Бұл киімнің материалы-жоғары полимерлі заттардан (резеңке, поливинилхлорид, полиамидтер, полиэтилен) жасалған пленкамен нығайтылған су өткізбейтін маталар;

Су өткізбейтін судың қысқа мерзімді әсерімен ылғалдан ішінара қорғау үшін қолданылады. Бұл киім су өткізбейтін киімге қарағанда жоғары гигиеналық қасиеттерге ие. Ол гидрофобты сіндірілген тоқыма материалдарынан жасалған.

Қышқылдан қорғайтын киім жұмысшылар әртүрлі концентрациядағы қышқыл ерітінділерімен, сондай-ақ қышқылдық сипаттағы химиялық қосылыстармен байланыста болған жағдайларда қолданылады. Жұмыс істеуге тура келетін қышқылдың концентрациясына байланысты арнайы киім әлсіз қышқылдар мен излавсан, нитрон, жүнге арналған гидрофобты сіндірілген мақта матадан, күшті қышқылдарға арналған су өткізбейтін препараттармен міндетті түрде өңделеді.

Мұнай-майдан қорғайтын арнайы киім жұмысшыларды мұнайдан, майлардан, бензиннен, органикалық еріткіштерден және хош иісті көмірсутектерден қорғауға арналған. Ол ішінара нейлон және лавсан талшықтары бар зығыр және аралас маталар негізінде тегіс беті бар жоғары тығыздықтағы маталардан жасалған;

Органикалық еріткіштерден қорғау үшін, олар үлкен уыттылықпен сипатталатындықтан, дизайн ерекшеліктері мен Қолданылатын материалдар бойынша осы топтың басқа жұмыс киімдерінен ерекшеленетін арнайы киімдер қолданылады. Олар оны су өткізбейтін немесе аралас сіндірулермен өңделген тығыз мақта немесе аралас маталардан және "дауыл" жасанды былғарыдан жасайды, олардан қорғаныш төсемдері өнімнің енуіне ең сезімтал жерлерге тігіледі.

Шаңнан қорғайтын арнайы киім әртүрлі сипаттағы шаңның көп мөлшерін шығаруға байланысты жұмыстарда қолданылады. Ол молескин сияқты тегіс, тығыз маталардан жасалады, олардың тесіктері бұралмалы арналарды құрайды. Костюмнің дизайны шаңның киім кеңістігіне енуіне жол бермейтін етіп жасалуы керек.

Термиялық қорғаныс арнайы киімдері жоғары температураның әсерінен, сәулеленуден, жалыннан, ұшатын ұшқындардан, балқытылған металдың масштабынан және шашырауынан, сондай-ақ төмен температураның әсерінен қорғау үшін қолданылады. Киімнің бұл түріне арналған мата жеткілікті тығыз, тегіс, жануы қиын болуы керек, сонымен қатар мата ауа толтырылған болуы керек, ол жылуды нашар өткізеді және қызып кетуден сақтайды, сонымен қатар сәулелі жылуды әлсіз сіңіреді және оны сыртқы ортаға оңай шағылыстырады [1].

Еңбек жағдайларына байланысты жұмыс киімінің бұл түрі өте әртүрлі маталар мен материалдардан жасалған: отқа төзімді сіндірілген мақта-қағаз матадан және өрескел жүнді матадан асбест алюминийден жасалған матаға дейін.

Арнайы аяқ киім мынадай түрлерге бөлінеді: жалпы мақсаттағы, ылғалдан қорғайтын, қышқыл-сілтілі, мұнайға төзімді, термиялық қорғайтын, жарылыс қаупі бар және шаңды цехтарда жұмыс істейтіндерге арналған арнайы аяқ киім, дірілден қорғайтын, диэлектрлік және антистатикалық.

Арнайы аяқ киім былғары, резеңке және киізден жасалған болады. Ол етік, қысқа қонышты етік, ұзын қонышты етік, пима, галош, тәпішке түрінде жасалады. Жарылыс қаупі бар цехтарда жұмыс істеуге арналған арнайы аяқ киімнің жоғарғы бөлігіне «ВЗР» таңбасы қойылады.

Іс жүзінде қажетті типтегі арнайы киімдер мен арнайы аяқ киімдер химия өнеркәсібі қызметкерлерінің негізгі кәсіптері үшін жаппай өндірістің ағымдағы ұсынылған ассортиментінен арнайы каталог бойынша таңдалады.

Жұмыс беруші жұмысшылардың мөлшері бойынша ерлер мен әйелдердің арнайы киімдерін бөлек жеткізуді қамтамасыз етуге міндетті. Арнайы киім мен арнайы аяқ киімнің әрбір партиясын әкімшілік пен кәсіподақ ұйымының өкілдерінен тұратын комиссия қабылдауы тиіс. Егер кию кезінде арнайы киім немесе арнайы аяқ киім мерзімінен бұрын жарамсыз болып қалса, онда кәсіпорын оны тегін ауыстыруға немесе жөндеуге міндетті. Арнайы киім кәсіпорынның меншігі болып табылады және оны тек мақсатына сай пайдалану керек. Жұмыс аяқталғаннан кейін арнайы киім мен арнайы аяқ киімді кәсіпорын шегінен шығаруға тыйым салынады. Оларды сақтау үшін әр кәсіпорында санитарлық нормалардың талаптарына жауап беретін киім-кешек бөлмелері ұйымдастырылады.

Тыныс алу органдарын қорғау құралдары

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Жұмыс аймағының ауасында зиянды заттардың құрамы жұмыс аймағының шекті рұқсат етілген концентрациясынан асатын немесе оттегінің мөлшері 17% - дан аз болатын барлық жағдайларда тыныс алу органдарын уланудан немесе тұншығудан қорғау құралдарын қолдану қажет.

Қорғаныс принципі бойынша тыныс алу органдарын қорғау құралдары әртүрлі болуы мүмкін. Өнеркәсіптік сүзгіш газқағарлар тыныс алу органдарын, көзді және бет терісін ауадағы бу және аэрозоль (шаң, түтін, тұман) түріндегі зиянды заттардың әсерінен қорғауға арналған жеке пайдалану құралы болып табылады.

Өнеркәсіптік сүзгі газқағар жинағына цилиндрлік пішінді сүзгі қорабы, гофрленген түтігі бар резеңке бет бөлігі (дулыға маска) және газ маскасын алып жүруге арналған сөмке кіреді.

Ауадағы зиянды заттардың құрамына, оның температурасына, жылдамдығы мен ылғалдылығына байланысты противогаздың қорғаныш әсер ету уақыты әр түрлі және 40-тан 360 минутқа дейін.

Сыйымдылықтардың ішінде, құдықта, коллекторда және басқа да ұқсас жабдықта жұмыс істеу үшін сүзгіш газқағарларды қолдануға тыйым салынады. Мұндай жұмыстар шланг газқағарында жүргізіледі.

Сүзгі респираторлары. Сүзгі респираторлары әдетте ластанған атмосферадан тек тыныс алу мүшелерін бөлетін жартылай маскада орналасқан шағын сүзгілер деп аталады. Тыныс алу органдарын гидроциан қышқылы, мышьяк және фторлы сутегі сияқты өте улы заттардан, сондай-ақ бу мен газ тәрізді күйде ағзаға тері арқылы енетін заттардан қорғау үшін респираторларды қолдануға тыйым салынады. Мақсаты бойынша сүзгі респираторлары шаңға қарсы, газ және әмбебап болуы мүмкін [2].

Жұмысшыны бастың зақымдануынан қорғау

Бастың механикалық жарақатынан, сондай-ақ бастың электр тогымен зақымдануынан әр түрлі дулыға қолданылады.

Өнеркәсіпте текстолит, пластмасса, винипласт, шыны талшық және басқа дулығалар шығарылады.

Дулыға амортизаторлармен жабдықталған. Дулығалардың сапасы максималды соққы беріктігімен және оның минималды салмағымен анықталады.

Дулығалардың салмағы 0,390-дан 0,470 кгс-қа дейін. Шыны талшықтан жасалған престелген Шахтер дулығасы 60 Н/м (6 кгс/м) соққы жүктемесіне төтеп беруі тиіс. Химия өнеркәсібінде кәсіптердің, лауазымдар мен жұмыстардың тізбесі бекітілді, онда кәсіпорындардың жұмысшылары мен инженерлік-техникалық қызметкерлері міндетті түрде қорғаныс шлемдерін, киюі керек, сонымен қатар қорғаныс шлемдерін жөндеу-құрылыс, жерасты, жер және басқа жұмыстармен айналысатын персонал киюі керек.

Агрессивті ортасы бар өндірістерде негізінен винипласт дулығалары қолданылады. Басын балқытылған металдың шашырауынан қорғау үшін киізден жасалған шляпалар, судың шашырауынан — резеңкеленген матадан жасалған шляпалар қолданылады.

Химиялық өндірістерде бас киімсіз болуға тыйым салынады. Әйелдер үшін бас киімдер орамал болуы мүмкін. Жұмысшылардың шаштары бас киімнің астына мұқият салынуы керек.

Қолды қорғау

Қолды қорғау құралдары кәсіби дерматоздар мен жарақаттардың алдын алуда аса маңызды. Өндірістік зияндардың сипатына және еңбек жағдайларына байланысты қолды қорғау құралдары мақсаты бойынша механикалық зақымданудан, термиялық күйіктерден, қышқылдардың, сілтілердің, тұздардың, еріткіштердің әсерінен, теріні улы және бояғыш заттардан, электр тогынан және т. б. болып бөлінеді. Қолды қорғау құралдарын жасау үшін мақта, зығыр және жүн маталар, былғары, жүн, резеңке және полимерлі материалдар қолданады. Қолды қорғау құралдары тиісті МЕМСТ және ТІШ бойынша жасалады.

Қол терісінің механикалық зақымдануынан қорғау үшін жұмысшы қолғаптары (спилка, краги), тоқылған қолғаптар және т. б. қолданылады; термиялық күйіктерден, сондай-ақ ашық ауада төмен температурада жұмыс істегенде, (ыстыққа төзімді шошқа юфтасымен қапталған мата қолғаптары) қорғалады; агрессивті химиялық заттардан қорғау үшін қышқылдан қорғайтын қолғаптар қолданылады (арнайы жабыны бар мақта), мата қолғаптары, резеңке қышқылға төзімді латекс қолғаптары және т.б.; діріл әсерінен қорғау үшін арнайы жұмсақ төсемдері бар қолғаптар қолданылады; қолды кесуден қорғау үшін қорғаныс тізбекті қолғаптары қолданылады.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Пасталар мен майлар көбінесе жұмысшылардың терісін қорғаудың жалғыз құралы болып табылады, әсіресе саусақтардың үлкен сезімталдығын қажет ететін операцияларды орындау кезінде, сондай-ақ желім композицияларымен, бояулармен, күйелермен және т. б. пасталар мен майлар теріні тітіркендірмеуі және сенсбилизацияламауы керек; сонымен қатар, олар оңай жағылуы керек, теріні қатайтпауы керек, теріде сақталуы керек жұмыс барысында жұмыс аяқталғаннан кейін теріден оңай арылуға болады [3].

Әдетте, қорғаныс пасталары мен майлары жұмыс ауысымы кезінде теріге екі рет жағылады.

По тағайындалған пасталар мен майлар үш топқа бөлінеді: майлардан, мұнай өнімдерінен, еріткіштерден, лактардан, шайырлардан және әртүрлі органикалық заттардан қорғауға арналған гидрофильді пасталар мен майлар. Бұл топқа мыналар жатады: пленка түзетін крем, "көрінбейтін қолғаптар" қолды қорғау құралы, (РСТ Литовско 2 № 832-71), ХИОТ пастасы (ТУ 18-48) және т. б;

Көзді қорғау құралдары

Көзді қорғау құралдары қолданылады көзілдірік, қалқандар, және маскалар. Ашық көзілдірік ыңғайлы, өйткені олар кең көру өрісіне ие, тұман түсірмейді, қарапайым көзілдірікті түзету үшін ауыстыруға мүмкіндік береді, яғни жұмысшылардың көру қабілетін түзетеді. Бұл көзілдірік көзді көзге қарсы ұшатын бөлшектерден қорғайды. Жабық қорғаныс көзілдірігі (ЖҚК) көзді жақсы қорғайды, бірақ көру өрісін азайтады және тез буланады.

Көзді сәулелі энергиядан қорғау үшін көзілдіріктің, қалқанның, масканың немесе дулығының қарау жақтауларына салынған жарық сүзгілері қолданылады. Жарық сүзгісі кейбір түрлердің сәулелерін сіңіреді және басқа түрлердің сәулелерін өткізеді. Электрмен дәнекерлеушілер ультракүлгін және инфрақызыл сәулелерді сіңіретін және спектрдің көзге көрінетін сары-жасыл бөлігін өткізетін Жарық сүзгілерін пайдаланады.

Электр дәнекерлеушілерге арналған қалқандар мен маскаларда оларды электр дәнекерлеушінің басына нығайтуға және қолдаусыз жұмыс істеуге мүмкіндік беретін бас киім бар дулығы қолдарымен маскалар.

Көз бен беттің механикалық зақымдануынан қорғау үшін өнеркәсіп мөлдір экраны бар қалқандарды қолданады. Бұл қалқандарды химия зертханаларының жұмысшылары, токарлар, фрезерлеушілер және басқа кәсіптердің жұмысшылары кеңінен қолданады [4].

Қорытынды

Химия өнеркәсібінде жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін арнайы киімдер мен аяқ киімдер, сондай-ақ тыныс алу органдарын, бас, көз, қол және теріні қорғау құралдары маңызды рөл атқарады. Әрбір қорғаушы құралдың түрі еңбек жағдайына сәйкес таңдалып, белгілі бір зиянды әсерлерден қорғануды қамтамасыз етеді. Арнайы киімдердің әртүрлі түрлері – ылғалдан, қышқылдан, шаңнан, термиялық әсерлерден қорғайтын киімдер – жұмысшылардың денсаулығын сақтауға көмектеседі. Тыныс алу органдарын қорғау құралдары, сондай-ақ бастың, көзді және қолды қорғау құралдары өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз етуде шешуші фактор болып табылады.

Қызметкерлердің жеке қорғаныс құралдарын тиімді пайдалану үшін кәсіпорындар жұмысшыларға бұл құралдардың сапасы мен жағдайын үнемі тексеріп, оларды уақытында ауыстыруды қамтамасыз етуі керек. Сонымен қатар, арнайы киім мен аяқ киімнің дұрыс сақталуы және тазартылуы, сондай-ақ еңбек қауіпсіздігі ережелерін сақтау – жұмысшылардың денсаулығы мен қауіпсіздігін қорғаудың басты шарттары болып табылады.

Бұл барлық шаралар химия өнеркәсібіндегі жұмысшылардың қауіпсіздігін арттырып, олардың кәсіби аурулар мен жарақаттардан сақтануына мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1 Абдрахманов А.А., Кондрашин Ф.П., Мендыбаев М.А. Обоснование рационального варианта технического оснащения учебных мест площадки по подготовке специалистов в области РХБ защиты // Наука и образование в гражданской защите. –2022. –№ 1 (45). – С.18-28.

2 ГОСТ Р 12.4.279-2012 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Рекомендации по выбору, применению и техническому обслуживанию.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

3 Республика Казахстан. Закон РК. О гражданской защите: принят 11 апреля 2014 года, № 188-V ЗРК.

4 Каталог моделей специальной одежды и обуви для работников химической промышленности. М. Минлегпром, В.М. Алегпром, 1973.

Г.С. Тлеулесова, Т.С. Каппарова, А.А. Чернышева, А.Ж. Мереке

Средства индивидуальной защиты в химической промышленности

В этой статье рассматриваются средства индивидуальной защиты в химической промышленности. Детально описаны применение и виды специальной одежды и обуви для защиты здоровья и безопасности работников. Также указаны особенности и условия использования средств индивидуальной защиты в различных рабочих условиях химической промышленности. Полностью описаны различные средства и методы защиты работников. Конкретно указаны виды средств защиты органов дыхания и рабочие условия, а также другие средства индивидуальной защиты, такие как специальная одежда и устройства для обеспечения безопасности головы, рук, глаз и кожи.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты, специальная одежда, защитная специальная одежда, условия труда, рабочая зона, производственные вредные вещества, загрязняющие вещества, вредные вещества в воздухе, химическая промышленность.

G.S. Tleulesova, T.S. Kapparova, A.A. Chernysheva, A.Zh. Mereke

Personal Protective Equipment in the Chemical Industry

This article discusses personal protective equipment in the chemical industry. The application and types of special clothing and footwear for protecting the health and safety of workers are described in detail. The features and conditions of using personal protective equipment in various working conditions in the chemical industry are also indicated. Various means and methods of protecting workers are fully described. The types of respiratory protection and working conditions, as well as other personal protective equipment, such as special clothing and devices for ensuring the safety of the head, hands, eyes, and skin, are specifically indicated.

Keywords: personal protective equipment, special clothing, protective special clothing, working conditions, work area, industrial harmful substances, pollutants, harmful substances in the air, chemical industry.

References

1 Abdrakhmanov A.A., Kondrashin F.P., Mendybaev M.A. Justification of a Rational Variant of Technical Equipment for Training Sites for Specialists in RHB Protection // Science and Education in Civil Protection. – 2022. – No. 1 (45). – P. 18-28.

2 GOST R 12.4.279-2012 Occupational Safety Standards System. Respiratory Protection Equipment. Recommendations for Selection, Use, and Maintenance.

3 Republic of Kazakhstan. Law of the Republic of Kazakhstan on Civil Protection: adopted on April 11, 2014, No. 188-V ZRK.

4 Catalogue of Models of Special Clothing and Footwear for Workers in the Chemical Industry. M. Minlegprom, V.M. ALEGPROM, 1973.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

МРНТИ 31.25.33
УДК: 547

А.С.Утегул, В.В. Меркулова, Алмазова А.И., Ситдикова Е.В.

Қарағанды индустриалды университеті, Теміртау, Қазақстан
(E-mail: a.utegul@ttu.edu.kz)

Ацетиленгликольдерді синтездеу әдістерін зерттеу

Мақала дифенилкетонның ацетиленмен уайт-спирт еріткішіндегі сілтілі ортада әрекеттесуін зерттеуге арналған. Органикалық синтездің жаңа әдістерін әзірлеу және каталикалық жүйелерді дамыту тұрғысынан зерттеу маңызды. Реакция калий гидроксиді қатысуымен жүргізіліп, көпқабатты жүйе түзілді. Өңдеу үшін экстракция, жуу, бейтараптандыру және органикалық еріткіштер (бензол, этилацетат) қолданылды. Нәтижесінде ацетаттар және белгісіз сары ұнтақ түзілді, оны қосымша талдау қажет. Зерттеу экстракция, катализ және реагенттерді таңдауды қамтыды. Алынған нәтижелер органикалық химияда қолданылуы мүмкін және жаңа реакциялық жүйелерді жасауға ықпал етеді. Бұл жұмыс органикалық қосылыстарды алу әдістерін жетілдіруге және олардың құрылымдық ерекшеліктерін тереңірек зерттеуге мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер органикалық химияда қолданылуы мүмкін және жаңа реакциялық жүйелерді жасауға ықпал етеді.

Түйінді сөздер: дифенилкетон, ацетилен, сілтілі орта, хром қоспасы, уайт -спирт, экстракция, органикалық еріткіштер.

Kipicne

Карбонил қосылыстарының ацетиленмен әрекеттесуі органикалық синтез үшін қызығушылық тудырады, өйткені ол күрделі поликонденсация өнімдерінің, спирттердің немесе карбон қышқылдарының түзілуіне әкелуі мүмкін. Бұл жұмыста дифенилкетонның ацетиленмен сілтілі ортадағы уайт-спирт еріткішінің қатысуымен әрекеттесу реакциясы зерттелген.

Органикалық химияның дамуы негізінен күрделі қосылыстарды синтездеудің жаңа тиімді әдістерін іздеумен анықталады, әсіресе жұмсақ реакция жағдайында. Ацетиленнің карбонилді қосылыстармен реакциялары айтарлықтай қызығушылық тудырады, өйткені олар жоғары химиялық белсенділік пен пайдалы қасиеттерге ие құрылымдық күрделі өнімдерді алуға мүмкіндік береді.

Алкиленді кетондардың және полифункционалды жүйелердің түзілуіне әкелетіні бұрын көрсетілген [1]. Металл кешендері сияқты басқа катализаторларды қолданатын ұқсас реакцияларды зерттеу бұл бағыттың болашағын көрсетті [2].

Мұндай қосылыстардың синтезінде экстракциялық процестер ерекше рөл атқарады, өйткені реакциялық қоспаны жеке компоненттерге бөлу мақсатты өнімнің тазалығы мен шығымдылығын анықтайды. Бірқатар зерттеулерде диэтил эфирі, хлороформ және ацетатты еріткіштер сияқты әртүрлі экстрагенттер қолданылды, бұл өнімді экстракциялау тиімділігін арттыруға мүмкіндік берді [3].

Бұл жұмыста дифенилкетонның ацетиленмен сілтілі ортадағы әрекеттесуі зерттелді, этилацетатты пайдаланып экстракциялау процедуралары жүргізілді, алынған қосылыстардың құрамы мен қасиеттеріне реакция жағдайларының әсері зерттелді. Зерттеудің негізгі мақсаты – бұрын зерттелмеген өнімді анықтау және оның құрылымдық талдауын жүргізу.

Зерттеу барысында экстракция, шикізат пен реагенттерді таңдау, сондай-ақ олардың құрылымы мен қасиеттерін анықтау мақсатында реакция өнімдерін талдау жұмыстары жүргізілді. Мақсатты қосылысты бөліп алу үшін экстракция мен катализдің аралас әдістерін қолдануға ерекше назар аударылады.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Негізгі мақсат – жаңа химиялық қосылыс алу және оның қасиеттерін зерттеу. Реакция кезінде пайда болған көпқабатты жүйенің бөлінуі, одан кейін органикалық және бейорганикалық өнімдерді алу ерекше қызығушылық тудырады.

Материалдар мен әдістер

Бастапқы материалдар:

- Еріткіш: ақ спирт (C7 – C12 көмірсутектерінің қоспасы).
- Реакция негізі: дифенилкетон (Ph₂CO).
- Газ фазасы: ацетилен (C₂H₂).
- Катализаторлар мен реагенттер:
- Калий гидроксиді (KOH) – күшті негіз.

Көмекші реактивтер:

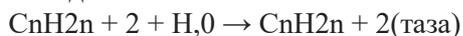
- Хром қоспасы (CrO₃) тотықтырғыш болып табылады.
- Қатты әк (Ca(OH)₂) – қоршаған ортаны тұрақтандырғыш.
- Сірке қышқылы (CH₃COOH) – бейтараптандыруға арналған.
- Органикалық еріткіштер: бензол (C₆H₆), этилацетат (CH₃COOCH₂CH₃).

Эксперименттік әдістеме

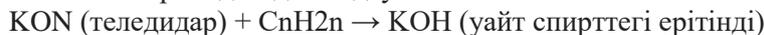
1-қадам: Реакция қоспасын дайындау

1. Уайт рухпен тазалау

Бірінші кезеңде C7–C12 диапазонындағы алифатты және ароматты көмірсутектердің қоспасы болып табылатын лейт- спиртті сусыздандыру жүргізілді. Қажетсіз жанама әсерлердің алдын алу үшін су жойылды.



2. Сілтілік ерітіндіні дайындау



250 мл тазартылған ақ спиртке қосылды. Сілтіні еріту және жоғары реактивті ортаны қалыптастыру үшін қоспаны қыздырып, 50°С-та араластырды.

Дифенилкетонның қосылуы.

Қосу және конденсация реакцияларына түсуге қабілетті дифенилкетон (Ph₂CO) бензолда ерітілген (C₆H₆) алынған сілтілі ерітіндіге енгізілді.

4. Ацетилен және катализаторларды енгізу

Винилдену реакцияларына түсуге қабілетті газ тәрізді күйдегі ацетилен (C₂H₂) 50°С температурада қоспаға қосылды. Көмекші реагенттер (ацетиленді тазарту үшін):

- Хром қоспасы (қышқыл ортадағы CrO₃) күшті тотықтырғыш болып табылады.
- Сілтілі су (NaOH + H₂O) – реакция ортасын сақтайды.
- Қатты әк (Ca(OH)) – реакциялық қоспаны тұрақтандырады.

100°С температурада 1,5 сағат араластырғаннан кейін реакциялық қоспа сүтті түске ие болды және үш қабатқа бөлінеді:

- Төменгі қабат бұлтты қоңыр түсті сұйықтық.
- Ортаңғы қабат - тығыз ақ масса (консистенциясы жұмсақ пластилинге ұқсайды).
- Үстіңгі қабаты сұйық, түсі сарысуға ұқсайды.

Араластырудан кейін қоспасы екі қабатқа бөлінеді:

• Төменгі қабат пластик консистенциясы бар тығыз ақ зат.
 • Жоғарғы қабат сыртқы түрі сарысуға ұқсайтын сұйықтық, 500 мл қоспаға 300 мл 20% сірке қышқылы ерітіндісі қосылды. Фазалық бөлу орын алды:

- Үстіңгі қабат қою сары сұйықтық.
- Ортаңғы қабат – сүтті түсті гидрогель.
- Төменгі қабат - сулы фаза.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»



Сурет 1. Бастапқы реакция массасы – зертханалық процесс аяқталғаннан кейін үш қабатты қоспа.

Тазалау үшін тазартылған сумен бірнеше рет шаю жүргізілді (150 мл-ден 4-5 рет). Содан кейін органы бейтарапқа келтіру үшін 19,7 г қосылды.

Оқшауланған гидрогельге 30 мл этанол мен су қосылып, шайқалып, қоспаның бөлінуіне рұқсат етілді. Содан кейін 150 мл бензол (C_6H_6) қосылды, бірақ ол реакцияға түспей, жеке жоғарғы қабат ретінде қалды. Оны алып тастағаннан кейін этилацетат ($CH_3COOCH_2CH_3$) қосылды, бұл қоспаның түсін бірден қоңырға айналдырды.

24 сағат инфузиядан кейін қоспасы қабаттарға бөлінеді:

- Төменгі қабат құмға ұқсайтын тығыз зат.
- Жоғарғы қабат сары сұйықтық.



Сурет 2. Этилацетатты экстракция – экстрагентті қосқаннан кейінгі екі қабатты жүйе .

Механикалық бөлу және кептіруден кейін ацетаттар мен белгісіз сары ұнтақты қосылыс алынды.

Тәжірибе барысында потенциалды жаңа қосылыстары бар бірнеше фазаларды бөліп алуға болады. Ең қызықты өнім - бұл қосымша талдауды қажет ететін сары ұнтақ.

Өнімдерді анықтау үшін спектроскопиялық талдау (ИК, ЯМР), хроматографиялық бөлу (TSH, GC-MS) және элементтік талдау жоспарланған.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Қорытындылар

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде:

Дифенилкетонның ацетиленмен калий гидроксиді қатысында әрекеттесуі күрделі көп қабатты жүйенің түзілуіне әкелді.

2. Сірке қышқылын, суды, бензолды және этилацетатты қолданып сатылы тазарту ацетаттарды және жаңа белгісіз қосылысты бөліп алуға мүмкіндік берді.

3. Алынған сары ұнтақты зат химиялық табиғатын анықтау үшін қосымша талдауды қажет етеді.

Талданған зерттеулер көрсеткендей, дифенилкетонның ацетиленмен сілтілі ортадағы реакциясы жаңа қосылыстар алудың перспективалы әдісі бола алады, ал органикалық еріткіштерді пайдаланып экстракциялау оларды окшаулаудың негізгі кезеңі болып табылады. Әрі қарайғы зерттеулер реакция жағдайларын оңтайландыруға, жаңа катализаторларды іздеуге және алынған өнімдердің қасиеттерін зерттеуге бағытталуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1 Смит Дж. және т.б. Ацетиленнің карбонил қосылыстарымен әрекеттесуі: шолу. Org. Химия. Rev., 2015, 48(3), 215-230.

2 Чжан Л. және т.б. Ацетиленді кетондарға қосудың каталитикалық жүйелері. Дж.Катал., 2018 ж., 364, 127-142.

3 Котляревский И.Л., Шварцберг М.Е., Фишер Л.Б., Ацетилен қосылыстарының реакциялары, Новосиб., 1967; Марш Дж., Органикалық химия, аударма. Ағылшын тілінен, 2 т., М., 1987, б. 222; 3 т., М., 1987, - 95 б.

4 Котляревский И.Л., Карпицкая Л.Г., Химия ацетилен., Томск., 1981., Томск университетінің баспасы, 140 б.

5 Щелкунов А.В., Монодоғалы ацетилендердің синтезі., Алма-Ата., 1970., Қазақ КСР ғылымы, - 157 б.

6 Антонов В.Н., Лепид А.С., Ацетилен өндірісі., Мәскеу, «Химия», 1970. - 415 б.

Г.С.Глеулесова., Т.С.Каппарова, А.А.Чернышева, А.Ж. Мереке

Исследование методов синтеза ацетиленгликолей

Статья посвящена исследованию взаимодействия дифенилкетона с ацетиленом в щелочной среде в растворителе белый спирт. Это важно для изучения с точки зрения разработки новых методов органического синтеза и разработки каталитических систем. Реакцию проводили в присутствии гидроксида калия, образовывалась многослойная система. Для обработки использовали экстракцию, промывку, нейтрализацию и органические растворители (бензол, этилацетат). В результате образовались ацетаты и неизвестный желтый порошок, что потребовало дальнейшего анализа. Исследование включало экстракцию, катализ и подбор реагентов. Полученные результаты могут быть использованы в органической химии и способствовать созданию новых реакционных систем. Данная работа позволяет усовершенствовать методы получения органических соединений и глубже изучить особенности их строения. Полученные результаты могут быть использованы в органической химии и способствовать созданию новых реакционных систем.

Ключевые слова: дифенилкетон, ацетилен, щелочная среда, хромовая смесь, белый спирт, экстракция, органические растворители.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

G.S. Tleulesova, T.S. Kapparova, A.A. Chernyshova, A.Zh. Mereke

Study of Methods for the Synthesis of Acetyleneglycols

The article is devoted to the study of the reaction of diphenylketone with acetylene in an alkaline medium in a solvent of white spirit. The study is important in terms of the development of new methods of organic synthesis and the development of catalytic systems. The reaction was carried out in the presence of potassium hydroxide, forming a multilayer system. Extraction, washing, neutralization and organic solvents (benzene, ethyl acetate) were used for work-up. As a result, acetates and an unknown yellow powder were formed, which requires additional analysis. The study included extraction, catalysis and the selection of reagents. The results obtained can be used in organic chemistry and contribute to the development of new reaction systems. This work allows us to improve the methods for obtaining organic compounds and to study their structural features in more depth. The results obtained can be used in organic chemistry and contribute to the development of new reaction systems.

Keywords: diphenylketone, acetylene, alkaline medium, chromium compound, white spirit, extraction, organic solvents.

References

- 1 Smith J. Et al. Reaction of acetylene with carbonyl compounds: a review. *Org. Chemistry. Rev.*, 2015, 48(3), 215-230.
- 2 Zhang L. Et al. Catalytic systems for the addition of acetylene to ketones. *J. Catal.*, 2018, 364, 127-142.
- 3 Kotlyarevsky I.L., Shvartsberg M.E., Fisher L.B., *Reactions of acetylene compounds*, Novosib., 1967; Marsh J., *Organic chemistry*, transl. from English, 2 vol., M., 1987, p. 222; 3 vol., M., 1987, - 95 p.
- 4 Kotlyarevsky I.L., Karpitskaya L.G., *Chemistry of acetylene.*, Tomsk., 1981., Tomsk University Press, p. 140.
- 5 Shchelkunov A.V., *Synthesis of monobasic acetylenes.*, Alma-Ata., 1970., Science of the Kazakh SSR, - 157 p.
- 6 Antonov V.N., Lepid A.S., *Production of acetylene*, Moscow, "Khimiya", 1970.- 415 p.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

МРНТИ 31.21.19

УДК: 547.7/.8

А.К. Сыздыков^{1,2} О.А.Нуркенов^{1,2}, С.К. Кабиева¹, А.И. Хлебников³,
А.П.Богоявлинский⁴

¹Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан

²Институт органического синтеза и углекислотной РК, г. Караганда, Казахстан

³Томский политехнический университет, г. Томск, Российская Федерация

⁴Институт микробиологии и вирусологии, г. Алматы, Казахстан

(E-mail: ardak.syzdykov.96@inbox.ru)

Синтез, строение и противовирусная активность новых гидразонов на основе N-аминоморфолина

В статье приведены данные по синтезу гидразонов N-аминоморфолина. Показано, что взаимодействие N-аминоморфолина с функционально-замещенными бензальдегидами и 4-пиридинальдегидом в изопропиловом спирте приводит к образованию соответствующих гидразонов. Исследованы строения синтезированных соединений методами ЯМР ¹H и ¹³C спектроскопии, а также данными двумерных спектров COSY (¹H-¹H), HMQC (¹H-¹³C) и HMBC (¹H-¹³C). Определены значения химических сдвигов, мультиплетность и интегральная интенсивность сигналов ¹H и ¹³C в одномерных спектрах ЯМР. С помощью спектров в форматах COSY (¹H-¹H), HMQC (¹H-¹³C) и HMBC (¹H-¹³C) установлены гомо- и гетероядерные взаимодействия, подтверждающие структуру исследуемых соединений. Приведены данные по изучению антивирусной активности некоторых синтезированных гидразонов.

Ключевые слова: N-аминоморфолин, гидразоны, функционально-замещенные бензальдегиды, ЯМР-спектроскопия; противовирусная активность.

Введение

Одной из важнейших задач современной органической и медицинской химии является создание новых биологически активных соединений для разработки целевых лекарственных препаратов для лечения распространенных заболеваний в обществе. Один из наиболее перспективных подходов к разработке новых фармакологически значимых препаратов заключается в использовании доступных гетероциклических соединений в качестве исходных веществ [1].

Гетероциклические соединения широко распространены в природе и содержатся во многих биологически активных молекулах, что делает их привлекательной отправной точкой для разработки лекарств. Изучая химический состав этих соединений, исследователи могут выявлять новые лекарственные препараты-кандидаты с улучшенной активностью, селективностью и безопасностью [2-4].

В целом, использование гетероциклических соединений при разработке лекарственных препаратов предлагает мощный подход к разработке новых фармакологически значимых средств, способных эффективно лечить различные заболевания.

К таким веществам можно отнести морфолин, а его производные представляют собой класс гетероциклических соединений, которые продемонстрировали разнообразные фармакологические эффекты и терапевтический потенциал. Их широкий спектр действия делает их привлекательными кандидатами для дальнейших исследований и разработки лекарственных средств в различных терапевтических областях.

Производные морфолина продемонстрировали эффективность в качестве ноотропов - веществ, которые могут улучшать когнитивные функции, память, творческие способности или мотивацию. Кроме того, эти соединения показали себя многообещающими при лечении целого ряда заболеваний,

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

поражающих различные системы органов, включая дыхательную систему, желудочно-кишечный тракт и сердечно-сосудистую систему, воспалительных состояний, иммунных нарушений и заболеваний центральной нервной системы.

Универсальность и фармакологические свойства производных морфолина делают их ценными мишенями для исследований в области медицинской химии. Дальнейшее изучение этих соединений может привести к разработке новых препаратов с улучшенными профилями эффективности и безопасности для лечения широкого спектра заболеваний [5]. Гидразоны, полученные из гидразида изоникотиновой кислоты (изониазида) и гидразида никотиновой кислоты, проявили значительную фармакологическую активность и используются при разработке различных лекарственных препаратов [6-9]. Вот краткий обзор их применения в различных терапевтических областях: противотуберкулезная активность, противовоспалительные свойства, противосудорожная активность и антидепрессивные эффекты [10-14]. В связи с этим, в продолжение ранее начатых исследований [15-17], нами были синтезированы новые биологически активные гидразоны N-аминоморфолина (8-13).

Методы и материалы

Параметры, используемые для анализа методом высокоэффективной жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии (ВЭЖХ-МС). Вот разбивка некоторых из упомянутых ключевых параметров: хроматограф Agilent 1260 Infinity II («Agilent Technologies», Санта-Клара, Калифорния, США, 2015) был сопряжен с масс-спектрометром высокого разрешения Agilent 6545 LC/Q-TOF («Agilent Technologies», США, 2015). Источник ионизации: Двойной источник ионизации AJS ESI, работающий в режиме положительных ионов.

^1H и ^{13}C спектры ЯМР регистрировали на спектрометре JNM-ECA Jeol 400 (JEOL Ltd., Токио, Япония, 2008; частоты 399,78 и 100,53 МГц соответственно) (частота 399,78 и 100,53 МГц соответственно) с использованием DMSO-d_6 и CDCl_3 Растворители. Химические сдвиги измерялись относительно сигналов остаточных протонов или атомов углерода дейтерированного растворителя. ИК-спектры регистрировали на ИК-фурье-спектрометре ФСМ 1201 («ООО «Инфраспек», Санкт-Петербург, Россия) в таблетках КВг в районе $400\text{--}4000\text{ см}^{-1}$.

Элементный анализ (С, Н и N) проводили на приборе элементного анализатора EuroVector PE2400 SERIES II («Eurovector», S.p.A., Рим, Италия, 2019). Температуры плавления определяли с помощью прибора SMP10 («Barloworld Scientific», Стаффордшир, Великобритания, 2017). Анализ ТСХ проводили на планшетах Silufol UV-254 (Serva Feinbiochemica GmbH@Co, Прага, Чехия, 2022) с визуализацией паров йода.

Рентгеноструктурное исследование соединения 15 проводили на аппарате Bruker Optik GmbH (Bruker corp., Ettlingen, Германия), (МоК α , графитовый монохроматор, ω -сканирование, $2,27^\circ \leq \theta \leq 27,51^\circ$) при температуре 296 К. Всего было захвачено 21 510 отражений, в том числе 3147 независимых ($R_{\text{int}} = 0,0322$). Моноклинные кристаллы, $a = 9,9203(3)$, $b = 8,7798(3)$, $c = 15,9274(5)$ Å, $\beta = 98,757(1)^\circ$, $V = 1371,08(8)$ Å 3 , $Z = 4$ ($\text{C}_{14}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_4$), пространственная группа $P_{21/n}$, $d = 1,338\text{ г/см}^3$, $\mu = 0,099\text{ мм}^{-1}$. Исходный массив измеренных интенсивностей обрабатывался и учитывался с помощью программ SAINT [18] и SADABS [19] (multi-scan, $T_{\text{мин}} = 0,931$, $T_{\text{макс}} = 0,983$) [20].

Структура была расшифрована с помощью прямого метода. Положения неводородных атомов уточнялись в анизотропном приближении методом методических наименьших квадратов с полной матрицей. Атомы водорода располагались в геометрически рассчитанных положениях, а их координаты уточнялись в изотропном приближении с фиксированными позиционными и тепловыми параметрами (модель «райдера»). В расчетах использовалось 2562 отражения независимых отражений с $I \geq 2\sigma(I)$, а количество заданных параметров составило 182. Итоговые коэффициенты дивергенции были следующими: R_1 0,0413; wR_2 0,1137 (для отражений с $I \geq 2\sigma(I)$); R_1 0,0525; wR_2 0,1247 (для всех отражений); и $\text{Goof} = 1,059$. Пики остаточной плотности: $\Delta\rho = 0,227$ и $-0,161\text{ е/Å}^3$. Структура была расшифрована и доработана в соответствии с программами «SHELXT 2014/5» [20] и «SHELXL-2018/3» [21]. Рентгеновские данные в виде файла CIF были переданы на хранение в Кембриджский центр данных по кристаллическим структурам (CCDC 2358257).

Синтез гидразонов (8-13). N-аминоморфолин (0,01 моль) растворяли в 5 мл 2-пропанола, а соответствующий альдегид (0,011 моль) добавляли в 15 мл 2-пропанола. Смесь обрабатывали

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

обратным потоком в течение 3 ч и охлаждали до комнатной температуры. Полученный осадок фильтровали и перекристаллизовывали из 2-пропанола.

N-(2-бром-3-фенилаллилден) морфолин-4-амин (8). Бесцветный порошок, выход 42,6%, температура плавления 118–120°C. ИК-спектр (KBr), ν , см⁻¹: 1566 (C=N), 1450, 1492 (аром.). ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м.д., (J, Hz): 3.13–3.35 м (4H, H^{3ax,5ax,3eq,5eq}), 3.82–4.03 м (4H, H^{2ax,6ax,2eq,6eq}), 7.09–7.13 м (1H, H¹⁰), 7.27–7.39 м (4H, H^{8,13,15,14}), 7.70–7.76 м (2H, H^{12,16}). ЯМР ¹³C (CDCl₃), δ с, м.д.: 51.95 (C^{3,5}), 66.45 (C^{2,6}), 121.54 (C⁹), 128.30 (C^{12,16}), 128.49 (C¹⁴), 129.67 (C^{13,15}), 132.51 (C¹⁰), 135.23 (C⁸), 135.50 (C¹¹). COSY ЯМР: H^{3,5}→H^{2,6}, H¹⁴→H^{13,15}, H^{13,15}→H^{12,16}. НМРС ЯМР: H^{3,5}→C^{3,5}, H^{2,6}→C^{2,6}, H^{12,16}→C^{12,16}, H^{13,15}→C^{13,15}, H¹⁴→C¹⁴, H¹⁰→C¹⁰, H⁸→C⁸. НМВС ЯМР: H^{3,5}→C^{2,6}, H¹⁰→C⁹, C^{13,15}, C¹¹; H¹⁴→C^{12,16}, C¹¹; H^{12,16}.

N-(4-стирил) бензилиден) морфолин-4-амин (9). Светло-желтый порошок, выход 91,9%, температура плавления 219–222°C. ИК-спектр (KBr), ν , см⁻¹: 1697 (C=N), 1601, 1562 (аром.). ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м.д., (J, Hz): 3.12–3.19 м (4H, H^{3ax,5ax,3eq,5eq}), 3.82–3.89 м (4H, H^{2ax,6ax,2eq,6eq}), 7.02–7.64 м (11H, H^{11,13,18,22,10,14,15,16,19,20,21}). ЯМР ¹³C (CDCl₃), δ с, м.д.: 51.79 (C^{3,5}), 66.52 (C^{2,6}), 126.56 (C^{11,13}), 126.77 (C^{18,22}), 135.25 (C¹⁷), 135.88 (C¹²), 137.33 (C⁸), 27.76, 128.27, 128.74 (C^{10,14,19,20,21,6}). COSY ЯМР: H^{3,5}→H^{2,6}. НМРС ЯМР: H^{3,5}→C^{3,5}, H^{2,6}→C^{2,6}, H^{18,22}→C^{18,22}, H^{11,13}→C^{11,16}. Найдено, %: C 78.05; H 6.62; N 5.73. C₁₉H₂₀N₂O. Вычислено, %: C 78.05; H 6.90; N 9.58.

4-бром-2-((морфолиноимино)метил) фенол (10). Бесцветный порошок, выход 34,1%, температура плавления 143–146°C. ИК-спектр (KBr), ν , см⁻¹: 1674 (C=N), 1624, 1612 (аром.). ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м.д., (J, Hz): 3.10–3.15 м (4H, H^{3ax,5ax,3eq,5eq}), 3.82–3.89 м (4H, H^{2ax,6ax,2eq,6eq}), 6.75–6.84 м (1H, H⁸), 7.19–7.28 м (2H, H^{8,12}), 7.53–7.60 м (1H, H¹⁴). 11.40–11.46 м (1H, H¹⁵). ЯМР ¹³C (CDCl₃), δ с, м.д.: C^{3,5}, 66.17 (C^{2,6}), 131.81 (C⁸), 110.76 (C¹³), 118.53 (C¹¹), 120.64 (C⁹), 132.29 (C¹²), 138.80 (C¹⁴), 156.67 (C¹⁰). COSY ЯМР: H^{3,5}→H^{2,6}, H¹¹→H¹². НМРС ЯМР: H^{3,5}→C^{3,5}, H^{2,6}→C^{2,6}, H¹¹→C¹¹, H¹²→C¹², H¹⁴→C¹⁴. НМВС ЯМР: H^{3,5}→C^{2,6}, H¹²→C¹⁴, C¹⁰, H¹⁴→C⁹, C¹², C¹⁰; H¹⁵→C¹¹, C¹², C¹⁰. Найдено, %: C 45.05; H 4.41; N 10.32. C₇H₅BrN₂O₂. Вычислено, %: C 46.34; H 6.60; N 9.82.

N-(пиридин-4-илметил) морфолин-4-амин (11). Бесцветный порошок, выход 36%, температура плавления 85°C. ИК-спектр (KBr), ν , см⁻¹: 1601 (C=N), 1539, 1581 (аром.). ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м.д. (J, Hz): 3.15–3.18 м (4H, H^{3ax,5ax,3eq,5eq}), 3.80–3.82 м (4H, H^{2ax,6ax,2eq,6eq}), 7.30–7.38 м (3H, H^{10,14,8}), 8.47–8.49 м (2H, H^{11,14}). ЯМР ¹³C (CDCl₃), δ с, м.д.: 51.25 (C^{3,5}), 66.30 66.30 (C^{2,6}), 131.66 (C⁸), 120.21 (C^{10,14}), 131.66 (C⁸), 143.38 (C⁹), 150.10 (C^{11,13}). COSY ЯМР: H^{3,5}→H^{2,6}, H^{10,14}→H^{11,13}. НМРС ЯМР: H^{3,5}→C^{3,5}, H^{2,6}→C^{2,6}, H^{10,14}→C^{10,14}, H⁸→C⁸, H^{11,13}→C^{11,13}. НМВС ЯМР: H^{3,5}→C^{2,6}, H^{10,14}→C⁹, H⁸→C^{10,14}, C^{11,13}; H^{11,15}→C^{10,14}, C⁹. Найдено, %: C 61.31; H 6.60; N 21.12. C₁₀H₁₃N₃O. Вычислено, %: C 62.81; H 6.85; N 21.97.

2-этокси-4-((морфолиноимино)метил) фенол (12). Светло-коричневый порошок, выход 67,1%, температура плавления 142–145°C. ИК-спектр (KBr), ν , см⁻¹: 1581 (C=N), 1539, 1550 (аром.). ЯМР ¹H (CDCl₃), δ , м.д. (J, Hz): 1.39–1.43 м (3H, H-17,17,17), 3.10–3.18 м (4H, H^{3ax,5ax,3eq,5eq}), 3.65–3.84 м (4H, H^{2ax,6ax,2eq,6eq}), 4.09–4.14 м (2H, H-16,16), 6.11 br. s ((1H, H¹⁸), 6.85–6.94 м (2H, H^{13,14}), 7.25 с (1H, H¹⁰), 7.44–7.53 м (1H, H⁸). ЯМР ¹³C (CDCl₃), δ с, м.д.: 14.93 (C¹⁷), 52.39 (C^{3,5}), 66.60 (C^{2,6}), 64.47 (C¹⁶), 107.93 (C¹⁰), 114.26 (C¹³), 121.25 (C¹⁴), 128.49 (C⁹), 146.40 (C¹²), 146.69 (C¹¹), 137.47 (C⁸). COSY ЯМР: H^{3,5}→H^{2,6}, H¹⁷→H¹⁶. НМРС ЯМР: H^{3,5}→C^{3,5}, H^{2,6}→C^{2,6}, H¹⁶→C¹⁶, H¹⁰→C¹⁰, H¹³→C¹³, H¹⁴→C¹⁴, H⁸→C⁸. НМВС ЯМР: H¹⁷→C¹⁶, H^{3,5}→C^{2,6}, H¹⁶→C¹⁷, C¹¹; H⁸→C¹⁰, C¹⁴, C⁹. Найдено, %: C 61.26; H 7.09; N 10.92. C₁₃H₁₈N₂O₃. Вычислено, %: C 62.38; H 7.25; N 11.19.

2-((Морфолиноимино)метил) бензойная кислота (13). Бесцветный порошок, выход 91,4%, температура плавления 123–124°C. ИК-спектр (KBr), ν , см⁻¹: 1698 (C=N), 1470, 1550 (аром.). ¹H ЯМР спектр (DMCO-d₆), δ , м.д. (J, Hz): 3.05 d (4H, H_{3,3,5,5}, 3J 3.4), 3.72 d (4H, H_{2,2,6,6}, 3J 3.4), 7.29–7.34 м (1H, H¹), 7.44–7.94 м (1H, H¹²), 7.77–7.80 м (1H, H¹⁰), 7.85–7.88 (1H, H¹³), 8.31–8.32 м (1H, H⁸). ¹³C ЯМР спектр (DMCO-d₆), δ с, м.д.: 51.93 (C^{3,5}), 66.16 (C^{2,6}), 126.22 (C¹³), 128.10 (C¹¹), 130.78 (C¹⁰), 132.13 (C^{12,14}), 134.70 (C⁹), 136.72 (C⁸), 168.99 (C¹⁵). COSY ЯМР спектр: H^{3,5}→H^{2,6}, H¹¹→H¹², H¹¹→H¹⁰, H¹²→H¹³. НМРС ЯМР спектр: H^{3,5}→C^{3,5}, H^{2,6}→C^{2,6}, H¹¹→C¹¹, H¹²→C¹², H¹⁰→C¹⁰, H¹³→C¹³, H⁸→C⁸. Найдено, %: C 61.96; H 6.12; N 11.71. C₁₂H₁₄N₂O₃. Вычислено, %: C 61.53; H 6.02; N 11.96. Масс спектр, *m/z*, (I, %): 235.116 (100) [M+H]⁺.

2-Морфолино-3-оксоизоиндолин-1-илацетат (15). Смесь 0,95 г гидразона 13 и 2,5 мл Ac₂O нагревали до растворения, кипятили 3 мин и охлаждали. Добавляли смесь 5 мл MeOH и 15 мл H₂O. Полученное масло постепенно кристаллизовалось при охлаждении льдом и растирании палочкой. Осадок отфильтровывали, промывали петролейным эфиром и высушивали. Выделяли бесцветный

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

порошок с желтоватым оттенком. Выход 0,76 г (67,8%), температура плавления 168–170°C. ИК-спектр (KBr), ν , cm^{-1} : 1745 (C=O цикл.), 1710 (C=O), 1395 (аром.). ^1H ЯМР спектр (ДМСО-d₆), δ , м.д., (J, Hz): 2.10 s (3H, H_{20,20,20}), 3.18–3.23 m (2H, H^{3ax,5ax}), 3.29–3.35 m (2H, H^{3eq,5eq}), 3.58–3.62 m (4H, H^{2ax,6ax,2eq,6eq}), 7.01 s (1H, H⁸), 7.50–7.51 m (1H, H¹³), 7.55–7.58 m (1H, H¹¹), 7.62–7.64 m (1H, H¹²), 7.65–7.67 m (H¹⁰). ^{13}C ЯМР спектр (ДМСО-d₆), $\delta_{\text{с}}$, м.д.: 21.34 (C²⁰), 52.43 (C^{3,5}), 67.13 (C^{2,6}), 81.22 (C⁸), 123.6 (C¹²), 124.49 (C¹³), 130.92 (C¹¹), 131.31 (C¹⁴), 133.57 (C¹⁰), 140.26 (C⁹), 166.18 (C¹⁵), 170.95 (C¹⁷). COSY ЯМР спектр: H^{3ax,5ax}→H^{3eq,5eq}, H^{3ax,5ax}→H^{2ax,6ax}, H^{3eq,5eq}→H^{2eq,6eq}, H¹³→H¹², H¹¹→H¹⁰. HMQC ЯМР спектр: H²⁰→C²⁰, H^{3ax,5ax}→C^{3,5}, H^{3eq,5eq}→C^{3,5}, H^{2ax,2eq,6ax,6eq}→C^{2,6}, H¹¹→C¹¹, H¹²→C¹², H¹⁰→C¹⁰, H¹³→C¹³, H⁸→C⁸. HMBC ЯМР спектр: H²⁰→C¹⁷; H⁸→C¹⁴, C⁹, C¹⁵, C¹⁷. Найдено, %: C 60.87; H 5.89; N 9.80. C₁₄H₁₆N₂O₄. Вычислено, %: C 60.86; H 5.84; N 10.14. Масс спектр, m/z , (I_{отн}, %): 276.07 (100) [M+H]⁺.

Результаты и обсуждение

Реакцию конденсации N-аминоморфолина (1) с функционально замещенными бензальдегидами 2-5, 7 и 4-пиридинальдегидом (6) проводили путем нагревания эквимольных количеств исходных соединений в изопропиловом спирте при 60-70°C в течение 3-5 ч. Синтез новых N-аминоморфолингидразонов представлен в таблице 1.

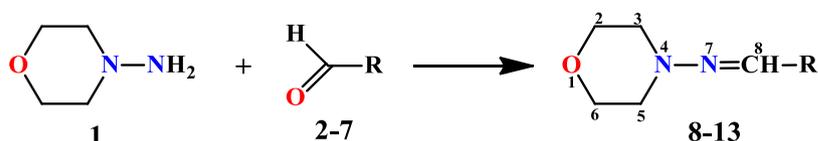


Таблица 1

Синтез новых N-аминоморфолингидразонов

Соединение	R
2, 8	
3, 9	
4, 10	
5, 11	
6, 12	
7, 13	

Состав и структура соединений 8-13 подтверждены с помощью ИК, ЯМР ^1H и ЯМР ^{13}C , а также по данным COSY (^1H - ^1H), HMQC (^1H - ^{13}C) и HMBC (^1H - ^{13}C).

Интересные результаты получены по реакции N-аминоморфолина (1) с *o*-формилбензойной кислотой (7). В этом случае возможно взаимодействие с образованием соединения 14, так как *o*-

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

формилбензойная кислота (7a) образует аминоталиды в реакциях с некоторыми первичными ароматическими аминами (рис. 1) [22].

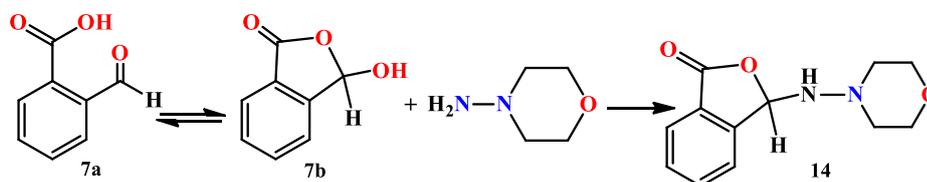


Рисунок 1. Одно из возможных направлений взаимодействия между N-аминоморфолином (1) и *o*-формилбензойной кислотой.

Например, взаимодействие 7a с производными 2-аминотиофена дает структуру аминоталида [23]. С другой стороны, описана реакция 2-аминопирролов с соединением 7a, где в качестве основных продуктов были получены основания Шиффа, т.е. *o*-формилбензойная кислота реагировала в открытом виде. В работе [24] было показано, что, в отличие от бесцветных аминоталидов, все продукты имели ярко-желтый цвет и характерные ЯМР-сигналы протонов азометина при концентрации около 9 м.д. В литературе также описаны основания Шиффа *o*-формилбензойной кислоты с производными-фенилендиамина [25]. В реакции с гидразидом антралиновой кислоты *o*-формилбензойная кислота 7 образует нормальный гидразон, т.е. производное открытой таутомерной формы 7a, которая описана в литературе [26]. Следовательно, при взаимодействии N-аминоморфолина (1) с открытой формой *o*-формилбензойной кислоты 7a ожидается образование гидразона 13.

Для подтверждения структуры гидразона 13 мы применили различные варианты метода ЯМР. Так, в спектре ЯМР ^1H соединения 13 присутствуют два дублета протонов морфолинового фрагмента H3,3,5,5 и H2,2,6,6 при 3,05 и 3,72 м.д. соответственно с 3J 3,4 Гц. Сигналы ароматических протонов наблюдаются в виде мультиплетов при 7,29-7,34 (H11), 7,44-7,94 (H12), 7,77-7,80 (H10) и 7,85-7,88 (H13) м.д. Азотинный протон H8 дает мультиплет при 8,31-8,32 м.д. Интегральные интенсивности указанных сигналов соответствуют структуре соединения 13. Карбоксильный протон H17 не проявился в спектре из-за обмена дейтерия или образования соли.

В спектре ЯМР ^{13}C соединения 13 сигналы атомов углерода морфолина проявились при 51,93 (C3,5) и 66,16 (C2,6) м.д. Ароматические атомы углерода дали сигналы при 126,22 (C13), 128,10 (C11), 130,78 (C10), 132,13 (C12,14) и 134,70 (C9) м.д. Сигнал атома азотина C8 наблюдался при 136,72 м.д. В области слабого поля сигнал карбоксильного атома C15 был обнаружен при 168,99 м.д.

Структура соединения 13 была также подтверждена методами двумерного ЯМР, COSY (^1H - ^1H) и HMQC (^1H - ^{13}C), которые позволяют установить спин-спиновые взаимодействия гомо- и гетероядерной природы. Некоторые из наблюдаемых корреляций в молекуле показаны на рисунке 2.

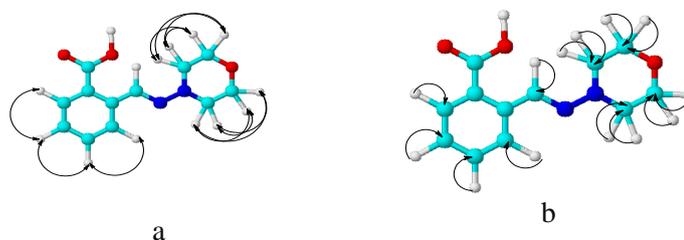


Рисунок 2. Схема корреляции в спектрах COSY (a) и HMQC (b) соединения 13

В спектрах COSY ^1H - ^1H соединения 13 мы наблюдали протонные спин-спиновые корреляции через три связи соседних метилен-метиленморфолиновых и метин-метиновых ароматических групп H3,5-H2,6 (3.05, 3.72 и 3.72, 3.05), H11-H12 (7.30, 7.46 и 7.46, 7.30), H11-H10 (7.31, 7.77 и 7.77, 7.31),

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

и Н12-Н13 (7.46, 7.85 and 7.85, 7.46) м.д. Гетероядерные взаимодействия протонов с атомами углерода через одинарную связь были обнаружены в спектрах ^1H - ^{13}C НМРС для следующих пар ядер: Н3,5-С3,5 (3.03, 52.50), Н2,6-С2,6 (3.71, 66.36), Н11-С11 (7.30, 128.46), Н12-С12 (4.46, 132.56), Н10-С10 (7.76, 131.27), Н13-С13 (7.85, 126.53), и Н8-С8 (8.29, 135.30) м.д.

Далее мы изучили взаимодействие гидразона 13 с ангидридом уксусной кислоты, что приводит к образованию фталимидина 15. Было показано, что реакция протекает гладко только при наличии в ангидриде некоторого количества уксусной кислоты. Со свежедистиллированным ангидридом соединение 13 взаимодействует с трудом. Роль уксусной кислоты, возможно, заключается в добавлении к основанию Шиффа. Полученный гидразин может в дальнейшем образовывать смешанный ангидрид А, который подвергается циклизации в конечный фталимидин 15 с устраниением уксусной кислоты (рисунок 3).

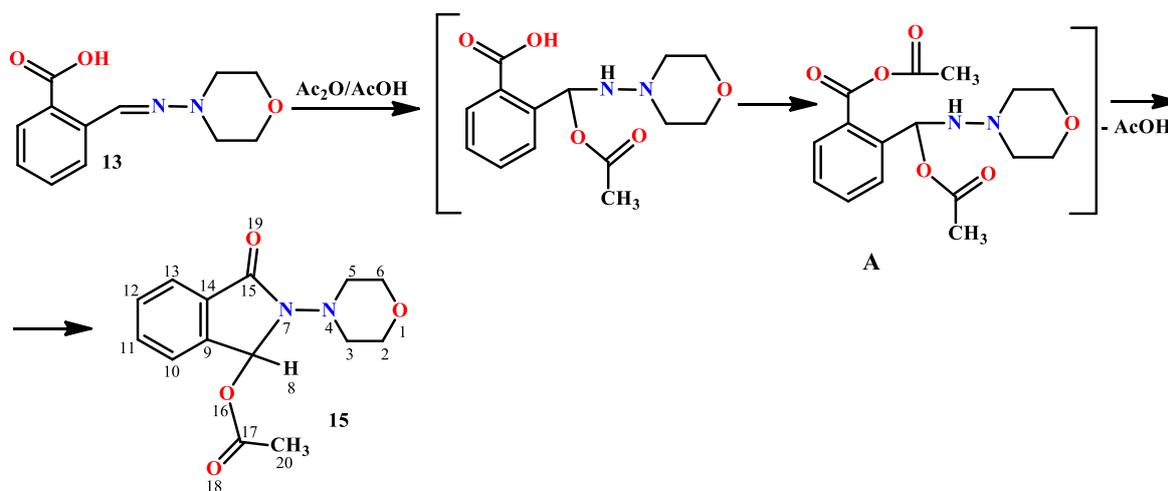
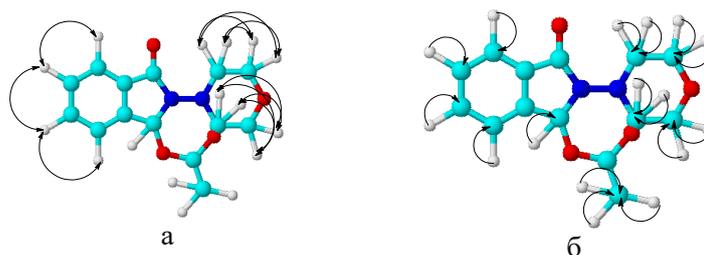


Рисунок 3. Циклизация гидразона 13 в фталимидин 15

Спектр ЯМР ^1H соединения 15 содержит синглет при 2,10 м.д., отнесенный к протонам ацетоксигруппы Н^{20,20,20}. Сигналы Н^{3ax,5ax} и Н^{3eq,5eq} d морфолинном фрагменте наблюдались два мультиплета при 3,18-3,23 и 3,29-3,35 м.д. соответственно. Остальные протоны морфолина Н^{2ax,6ax,2eq,6eq} давал мультиплет при 3,58-3,62 м.д. Синглет с концентрацией 7,01 м.д. был присвоен третичному атому водорода Н⁸. Мультиплеты ароматических протонов наблюдались при 7,50-7,51 (Н¹³), 7,55-7,58 (Н¹¹), 7,62-7,64 (Н¹²) и 7,65-7,67 (Н¹⁰) м.д. Интегральные интенсивности сигналов согласуются со структурной формулой соединения 15.

Спектр ЯМР ^{13}C соединения 15, сигналы морфолиновых атомов углерода проявились в точке 52,43 (С^{3,5}) и 67,13 (С^{2,6}) м.д. Атомы углерода ацетоксигруппы подавали сигналы при 21,34 (С²⁰) и 170,95 (С¹⁷) м.д, в то время как сигнал третичного атома углерода С⁸ Отметка 81,22 м.д. Атомы углерода ароматического кольца были обнаружены при 123,6 (С¹²), 124,49 (С¹³), 130,92 (С¹¹), 131,31 (С¹⁴), 133,57 (С¹⁰) и 140,26 (С⁹) м.д. В низкочастотной области сигнал амидного атома С¹⁵ наблюдался на уровне 166,18 м.д. Структура соединения 15 также была подтверждена двумерными методологиями ЯМР COSY (^1H - ^1H), НМРС (^1H - ^{13}C) и НМВС (^1H - ^{13}C). Некоторые из наблюдаемых корреляций в молекуле показаны на рисунке 4.



Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Рисунок 4. Схема корреляции в спектрах COSY (а) и HMQC (б) соединений 15

Спектр COSY ^1H - ^1H соединения 15 наблюдались спин-спиновые корреляции протонов через три связи соседних метилен-метиленморфолиновых и метин-метиновых ароматических групп: $\text{H}^{3\text{ax},5\text{ax}}\text{-H}^{3\text{eq},5\text{eq}}$ (3.20, 3.31 и 3.31, 3.20), $\text{H}^{3\text{ax},5\text{ax}}\text{-H}^{2\text{ax},6\text{ax}}$ (3.20, 3.59 и 3.59, 3.20), $\text{H}^{3\text{eq},5\text{eq}}\text{-H}^{2\text{eq},6\text{eq}}$ (3.30, 3.60 и 3.60, 3.30), $\text{H}^{13}\text{-H}^{12}$ (7.49, 7.62 и 7.62, 7.49) и $\text{H}^{11}\text{-H}^{10}$ (7.57, 7.66 и 7.66, 7.57) м.д.

Гетероядерные взаимодействия $\text{H}^1\text{-C}^{13}$ через одинарную связь были установлены с помощью спектроскопии ^1H - ^{13}C HMQC для следующих пар атомов: $\text{H}^{20}\text{-C}^{20}$ (2.09, 21.58), $\text{H}^{3\text{ax},5\text{ax}}\text{-C}^{3,5}$ (3.19, 52.28), $\text{H}^{3\text{eq},5\text{eq}}\text{-C}^{3,5}$ (3.31, 52.41), $\text{H}^{2\text{ax},2\text{eq},6\text{ax},6\text{eq}}\text{-C}^{2,6}$ (3.58, 67.16), $\text{H}^{11}\text{-C}^{11}$ (7.56, 130.94), $\text{H}^{12}\text{-C}^{12}$ (7.65, 13.32), $\text{H}^{10}\text{-C}^{10}$ (7.63, 133.56), $\text{H}^{13}\text{-C}^{13}$ (7.50, 124.48) и $\text{H}^8\text{-C}^8$ (7.00, 81.47) м.д. Гетероядерные взаимодействия протонов с атомами углерода через две и более связей были обнаружены с помощью ^1H - ^{13}C спектроскопии HMBSC для следующих пар, присутствующих в соединении: $\text{H}^{20}\text{-C}^{17}$ (2.09, 171.83), $\text{H}^8\text{-C}^{14}$ (6.99, 131.77), $\text{H}^8\text{-C}^9$ (6.99, 140.75), $\text{H}^8\text{-C}^{15}$ (7.00, 166.73) и $\text{H}^8\text{-C}^{17}$ (7.00, 171.35) м.д.

С целью определения пространственной структуры 2-морфолино-3-оксоизоиндолин-1-илацетата 15 было проведено его монокристаллическое рентгеноструктурное исследование (рис. 5).

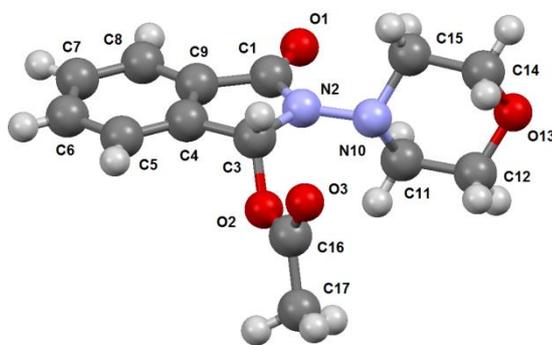


Рисунок 5. Пространственная структура молекулы 15 определена с помощью рентгеноструктурного анализа (эллипсоиды тепловых колебаний показаны с вероятностью 30%).

Рентгеновские данные показывают, что длины связей и валентные углы в молекуле 15 близки к типичным значениям, описанным в литературе.

Конформация морфолинового цикла в соединении 15 близка к идеальному креслу ($\Delta\text{C}_5^{10} = 0,6^\circ$ (макс.) и $\Delta\text{C}_2^{10,15} = 0,8^\circ$ (макс.)). Фталимидиновый фрагмент принимает экваториальную ориентацию относительно морфолинового цикла. Фрагмент фталимидина, за исключением sp^3 -гибридизованного атома C^3 пятичленного кольца, остается плоским. Отклонения атомов от средней плоскости находятся в пределах $\pm 0,014 \text{ \AA}$. Соответствующее значение в кристаллической структуре фталимида составляет $\pm 0,007 \text{ \AA}$, как указано в литературе [28]. Конфигурация атома N^2 в молекуле 15 тригональная (сумма валентных углов составляет $360,0^\circ$).

Гетероциклические соединения имеют большое значение для фармакологии и медицины, так как на их основе разработано множество высокоэффективных препаратов. Большинство биологических молекул, таких как ДНК и РНК, хлорофилл, гемоглобин, витамины и многие другие, содержат гетероцикл в качестве ключевого фрагмента. Существует множество гетероциклических соединений, которые используются при лечении распространенных заболеваний (например, производные пиридина, оксазина, триазина или бензимидазола, которые обладают самыми разнообразными биологическими свойствами: антибактериальными, противогрибковыми, противовирусными, антигельминтными и другими). Поэтому изучение влияния гетероциклической структуры на биологические свойства соединений, в том числе на противовирусную активность, является весьма перспективным и может решить массу медицинских проблем, например, проблему лекарственной устойчивости [29].

В данной работе исследована противовирусная активность соединений 13 и 15. Определена ингибирующая активность в отношении штаммов вируса гриппа с различными антигенными

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

формулами: А/Алматы/8/98 (H3N2); А/Владивосток/2/09 (H1N1). Химико-терапевтический индекс (ХТИ) определяли при концентрациях соединений 13 и 15 от 0,0016% до 0,2%, что соответствовало дозам 0,003–0,4 мг на куриный эмбрион (0,06–8 мг/кг) (таблица 2).

Таблица 2

Вирусная ингибиторная активность соединений 13 и 15 по отношению к вирусам гриппа.

Соединение	Химико-терапевтический индекс	
	А/Алматы/8/98 (H3N2)	А/Владивосток/2/09 (H1N1)
13	25,0	20,0
15	<1,0	<1,0
Tamiflu	29,9	30
Remantadine	10,3	11

Установлено, что соединение 15 не проявляло выраженных вирус-ингибиторных свойств. Тем не менее, соединение 13 имело высокое значение СТИ, которое сравнимо с коммерческими препаратами Тамифлю и Ремантадином. Таким образом, основание Шиффа 13 можно рассматривать как перспективный кандидат на противогриппозный препарат.

Выводы

В этом исследовании описывается исследование химического синтеза, включающее реакцию N-аминоморфолина с функционально замещенными бензальдегидами и 4-пиридинальдегидом в изопропиловом спирте с образованием гидразонов. Синтезированные соединения затем были охарактеризованы с использованием различных спектроскопических методов, таких как ¹H и ¹³C ЯМР, а также передовых методов, таких как COSY, HMQC и HMBC. В этом исследовании подчеркивается важность структурной характеристики для идентификации новых соединений с ценной биологической активностью. Было установлено, что соединение 2-((морфолиноимино)-метил) бензойная кислота обладает значительными противовирусными свойствами, сопоставимыми с известными противовирусными препаратами Тамифлю и Ремантадин. Это открытие предполагает потенциальное применение этого соединения в качестве противовирусного средства.

Список литературы

- 1 Wu G.Y., Shi X., Phan H. Efficient self-assembly of heterometallic triangular necklace with strong antibacterial activity // Nat. Commun. – 2020. – №11. – С.3178.
- 2 Хамитова А.Е., Берилло Д.А. Обзор производных пиперидина и морфолина как перспективных источников биологически активных соединений // Drug Dev. Regist. – 2023. – №12. – С.44–54.
- 3 De la Torre B.G., Albericio F. The Pharmaceutical Industry in 2021. An Analysis of FDA Drug Approvals from the Perspective of Molecules // Molecules. – 2022. – №27. – С.1075.
- 4 Kourounakis A.P., Xanthopoulos D., Tzara A. Morpholine as a privileged structure: A review on the medicinal chemistry and pharmacological activity of morpholine containing bioactive molecules // Med. Res. Rev. – 2020. – №40. – С. 709–752.
- 5 Verma G., Marella A., Shaquiquzzaman M., Akhtar M., Ali M.R., Alam M.M. A review exploring biological activities of hydrazones // J. Pharm. Bioallied Sci. – 2014. – №6. – С. 69–80.
- 6 Khan M.S., Siddiqui S.P., Tarannum N.A. Systematic review on the synthesis and biological activity of hydrazide derivatives // Hygeia J. Drug Med. – 2017. – №9. – С. 61–79.
- 7 Mali S.N., Thorat B.R., Gupta D.R., Pandey A. Mini-review of the importance of hydrazides and their derivatives // Synth. Biol. Act. Eng. Proc. – 2021, – №11. – С. 21.
- 8 Нуркенов О.А., Сатпаева З.Б., Щепеткин И.А., Фазылов С.Д., Сейлханов Т.М., Ахметова С.Б. Синтез новых гидразонов на основе о- и п-гидроксibenзогидразидов // Russ. J. Gen. Chem. – 2017, – №87. – С. 1707–1710.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

- 9 Popiolek L., Biernasiuk A. Synthesis and investigation of antimicrobial activities of nitrofurazone analogues containing hydrazidehydrazone moiety // *Saudi Pharm. J.* – 2017, – №25. – С. 1097–1102.
- 10 Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Сатпаева З.Б., Сейлханов Т.М., Турдыбеков Д.М., Мендибаева А.З., Ахметова С.Б., Шульгау З.Т., Алхимова Л.Е., Кулаков И.В. Синтез, структура и биологическая активность гидразонов, полученных из гидразидов 2- и 4-гидроксibenзойных кислот // Сбор химических данных. – 2023, – №48. – С. 101089.
- 11 Rodrigues F.A.R., Oliveira A.C.A., Cavalcanti B.C., Pessoa C., Pinheiro A.C., de Souza M.V.N. Biological evaluation of isoniazid derivatives as an anticancer class // *Sci. Pharm.* – 2014, – №82. – С. 21–28.
- 12 NaveenKumar H., Jummat F., Asmawi M.Z. Synthesis and evaluation of isonicotinoyl hydrazone derivatives as antimycobacterial and anticancer agents // *Med. Chem. Res.* – 2014, – №24. – С. 269–279.
- 13 Hu Y.-Q., Zhang S., Zhao F., Gao C., Feng L.-S., Lv Z.-S., Xu Z., Wu X. Isoniazid derivatives and their anti-tubercular activity // *Eur. J. Med. Chem.* – 2017, – №133. – С. 255–267.
- 14 Тургуналиева Д.М., Дилбарян Д.С., Васильченко А.С., Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Карипова Г.З., Сейлханов Т.М., Кулаков И.В. Синтез и антибактериальная активность гидразонов изоникотиновой и салициловой кислот на основе ацетильных производных кумарина и бензо[*g*][1,3,5]оксадиазоцина // *Вестник Карагандинского университета. Chem. Ser.* – 2022, – №4. – С. 25–34.
- 15 Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Сейлханов Т.М., Абуляисова Л.К., Турдыбеков К.М., Животова Т.С., Кабиева С.К., Мендибаева А.Ж. Взаимодействие гидразида изоникотиновой кислоты с ангидридами карбоновых кислот // *Eurasian J. Chem.* – 2023, – №2. – С. 29–35.
- 16 Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Газалиев А.М., Сатпаева З.Б., Амерханова С.К., Карипова Г.З. Синтез и свойства производных гидразида изоникотиновой кислоты // *Национальная академия наук Республики Казахстан.* – 2017, – №1. – С. 68–78.
- 17 Ухин Л.Ю., Супоницкий К.Ю., Белоусова Л.В., Орлова Ю.И. Новый синтез фталимидинов // *Russ. Chem. Bull.* – 2009, – №12. – С. 2399–2407.
- 18 Ухин Л.Ю., Кузьмина Л.Г., Грибанова Т.Н., Белоусова Л.В., Орлова Ю.И. Гидразид антралиновой кислоты в синтезе конденсированных полициклических соединений с фрагментами хинололина // *Russ. Chem. Bull.* – 2008, – №11. – С. 2294–2302.
- 19 Sheldrick G.M. SADABS. Bruker AXS Inc. – Madison, WI, USA, 2008.
- 20 Sheldrick G.M. A short history of SHELX // *Acta Crystallogr.* – 2008, – №64. – С. 112–122.
- 21 Sheldrick G.M. Crystal structure refinement with SHELXL // *Acta Crystallogr.* – 2015, – №71. – С. 3–8.
- 22 Valdes-Tresanco M.S., Valdes-Tresanco M.E., Valiente P.A., Moreno E. AMDock: A versatile graphical tool for assisting molecular docking with Autodock Vina and Autodock4 // *Biol. Direct.* – 2020, – №15. – С. 12.
- 23 Ухин Л.Ю., Шепеленко Е.Н., Белоусова Л.В., Орлова З.И., Бородин Г.С., Супоницкий К.Ю. Производные 2-аминотиофена в новом синтезе фталимидинов // *Вестник Саратовского университета // Russ. Chem. Bull.* – 2011, – №2. – С. 345–352.
- 24 Ухин Л.Ю., Красников В.В., Зайченко С.Б., Бородин Г.С., Грибанова Т.Н., Шепеленко Е.Н., Етметченко Л.Н. Реакция производных 2-аминопиррола с о-формилбензойной кислотой // *Russ. Chem. Bull.* – 2015, – №2. – С. 410–414.
- 25 Patel D., Kumari P., Patel N. Synthesis of 3-{4-[4-dimethylamino-6-(4-methyl-2-oxo-2H-chromen-7-yloxy)-[1,3,5] triazin-2-ylamino]-phenyl}-2-phenyl-5-(4-pyridin-2-yl-piperazin-1-ylmethyl)-thiazolidin-4-one and their biological evaluation // *Med. Chem. Res.* – 2021, – №12. – С.2926–2944.
- 26 Нуркенов О.А., Фазылов С.Д., Кулаков И.В., Сейлханов Т.М., Мендибаева А.Ж., Сыздыков А.К., Кабиева С.К. Реакция о-формилбензойной кислоты с гидразидами (изо)никонитиновой и гидроксibenзойной кислот // *Rus. J. Gen. Chem.* – 2023, – №93. – С. 1326–1334.
- 27 Allen F.H., Kennard O., Watson D.G., Brammer L., Orpen A.G., Taylor R. Tables of bond lengths determined by X-ray and neutron diffraction. Part 1. Bond lengths in organic compounds // *J. Chem. Soc. Perkin Trans. II.* – 1987, – №2. – С. 1–19.
- 28 Mamatha S.V., Mahesh B., Sagar B.K., Meenakshi, S.K. Synthesis, characterization, crystal structure biological activity of 4-{2-[5-(4-fluoro-phenyl)-[1,3,4] oxadiazol-2-ylsulfanyl]-ethyl}-morpholine // *J. Molec. Struc.* – 2019, – №1196. – С. 186–193.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

29 Aiello T.F., García-Vidal C., Soriano A. Antiviral drugs against SARS CoV-2 // Rev. Esp. Quimioter. – 2022, – №35. – С. 10–15.

30 Никитина П.А., Захарова А.М., Серова О.А., Бормотов Н.И., Мазурков О.Ю., Шишкина Л.Н., Колдаева Т.Ю., Басанова Е., Перевалов В.П. Синтез, цитотоксичность и противовирусная активность в отношении вируса коровьей оспы 2-(3-кумаринил)-1-гидроксиимидазолов // Med. Chem. – 2023, – №19. – С. 468–477.

А.Қ. Сыздықов, О.А. Нүркенов, С.К. Кабиева, А.И. Хлебников, А.П.Богоявлинский

Н-аминоморфолин негізіндегі жаңа гидразондардың синтезі, құрылымы және вирусқа қарсы белсенділігі

Мақалада N-аминоморфолин гидразондарының синтезі туралы мәліметтер келтірілген. Изопропил спиртіндегі N-аминоморфолиннің функционалды иленген бензальдегидтермен және 4-пиридинальдегидпен әрекеттесуі сәйкес гидразондардың пайда болуына әкелетіні көрсетілген. Синтезделген қосылыстардың құрылымдары ЯМР ^1H және ^{13}C спектроскопия әдістерімен, сондай-ақ COSY (^1H - ^1H), HMQC (^1H - ^{13}C) және HMBC (^1H - ^{13}C) екі өлшемді спектрлерінің деректерімен зерттелді. Бір өлшемді ЯМР спектрлерінде ^1H және ^{13}C сигналдарының химиялық сдусу мәндері, мультиплетт және интегралдық қарқындылығы анықталды. COSY (^1H - ^1H), HMQC (^1H - ^{13}C) және HMBC (^1H - ^{13}C) форматтарындағы спектрлердің көмегімен зерттелетін қосылыстардың құрылымын растайтын гомо- және гетеронуклеарлы өзара әрекеттесулер орнатылды. Кейбір синтезделген гидразондардың антивирустық белсенділігін зерттеуге арналған мәліметтер келтірілген.

Түйін сөздер: N-аминоморфолин, гидразондар, функционалды түрде алмастырылған бензальдегидтер, ЯМР спектроскопиясы, вирусқа қарсы белсенділік.

A.K. Syzdykov, O.A. Nurkenov, S.K. Kabieva, A.I. Khlebnikov, A.P. Bogoyavlinsky

Synthesis, structure and antiviral activity of new N-aminomorpholine-based hydrazones

The article presents data on the synthesis of N-aminomorpholine hydrazones. It has been shown that the interaction of N-aminomorpholine with functionally substituted benzaldehydes and 4-pyridinaldehyde in isopropyl alcohol leads to the formation of corresponding hydrazones. Investigation of the structure of synthesized compounds by ^1H and ^{13}C NMR spectroscopy, as well as data from two-dimensional spectra COSY (^1H - ^1H), HMQC (^1H - ^{13}C) and HMBC (^1H - ^{13}C). The values of chemical shifts, multiplicity, and integral intensity of ^1H and ^{13}C signals in one-dimensional NMR spectra are determined. Using spectra in the COSY (^1H - ^1H), HMQC (^1H - ^{13}C) and HMBC (^1H - ^{13}C) formats, homo- and heteronuclear interactions were established, confirming the structure of the studied compounds.

Data on the study of the antiviral activity of some synthesized hydrazones are presented.

Keywords: N-aminomorpholine, hydrazones, functionally substituted benzaldehydes, NMR spectroscopy, antiviral activity.

References

1 Wu G.Y., Shi X., Phan H. Efficient self-assembly of heterometallic triangular necklace with strong antibacterial activity // Nat. Commun. – 2020. – №11. – С.3178.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

- 2 Khamitova A.E., Berillo D.A. Overview of piperidine and morpholine derivatives as promising sources of biologically active compounds // *Drug Dev. Regist.* – 2023. – №12. – С.44–54.
- 3 De la Torre B.G., Albericio F. The Pharmaceutical Industry in 2021. An Analysis of FDA Drug Approvals from the Perspective of Molecules // *Molecules.* – 2022. – №27. – С.1075.
- 4 Kourounakis A.P., Xanthopoulos D., Tzara A. Morpholine as a privileged structure: A review on the medicinal chemistry and pharmacological activity of morpholine containing bioactive molecules // *Med. Res. Rev.* – 2020. – №40. – С. 709–752.
- 5 Verma G., Marella A., Shaquiquzaman M., Akhtar M., Ali M.R., Alam M.M. A review exploring biological activities of hydrazones // *J. Pharm. Bioallied Sci.* – 2014. – №6. – С. 69–80.
- 6 Khan M.S., Siddiqui S.P., Tarannum N.A. Systematic review on the synthesis and biological activity of hydrazone derivatives // *Hygeia J. Drug Med.* – 2017. – №9. – С. 61–79.
- 7 Mali S.N., Thorat B.R., Gupta D.R., Pandey A. Mini-review of the importance of hydrazides and their derivatives // *Synth. Biol. Act. Eng. Proc.* – 2021, – №11. – С. 21.
- 8 Nurkenov O.A., Satpaeva Z.B., Shchepetkin I.A., Fazylov S.D., Seilkhanov T.M., Akhmetova S.B. Synthesis of new hydrazones based on o- and p-hydroxybenzohydrazides // *Russ. J. Gen. Chem.* – 2017, – №87. – С. 1707–1710.
- 9 Popiolek L., Biernasiuk A. Synthesis and investigation of antimicrobial activities of nitrofurazone analogues containing hydrazidehydrazone moiety // *Saudi Pharm. J.* – 2017, – №25. – С. 1097–1102.
- 10 Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Satpaeva Z.B., Seilkhanov T.M., Turdybekov D.M., Mendibayeva A.Z., Akhmetova S.B., Shulgau Z.T., Alkhimova L.E., Kulakov I.V. Synthesis, structure and biological activity of hydrazones derived from 2- and 4-hydroxybenzoic acid hydrazides // *Chem. Data Collect.* – 2023, – №48. – С. 101089.
- 11 Rodrigues F.A.R., Oliveira A.C.A., Cavalcanti B.C., Pessoa C., Pinheiro A.C., de Souza M.V.N. Biological evaluation of isoniazid derivatives as an anticancer class // *Sci. Pharm.* – 2014, – №82. – С. 21–28.
- 12 NaveenKumar H., Jummat F., Asmawi M.Z. Synthesis and evaluation of isonicotinoyl hydrazone derivatives as antimycobacterial and anticancer agents // *Med. Chem. Res.* – 2014, – №24. – С. 269–279.
- 13 Hu Y.-Q., Zhang S., Zhao F., Gao C., Feng L.-S., Lv Z.-S., Xu Z., Wu X. Isoniazid derivatives and their anti-tubercular activity // *Eur. J. Med. Chem.* – 2017, – №133. – С. 255–267.
- 14 Turgunaliyeva D.M., Dilbaryan D.S., Vasilchenko A.S., Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Karipova G.Z., Seilkhanov T.M., Kulakov I.V. Synthesis and antibacterial activity of hydrazones of isonicotinic and salicylic acids based on acetyl derivatives of coumarin and benzo[g][1,3,5]oxadiazocine // *Bulletin of the Karaganda university. Chem. Ser.* – 2022, – №4. – С. 25–34.
- 15 Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Seilkhanov T.M., Abulyaissova L.K., Turdybekov K.M., Zhivotova T.S., Kabieva S.K., Mendibayeva A.Z. Interaction of Isonicotinic Acid Hydrazone with Carboxylic Acid Anhydrides // *Eurasian J. Chem.* – 2023, – №2. – С. 29–35.
- 16 Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Gazaliev A.M., Satpaeva Z.B., Amerkhanova S.K., Karipova G.Z. Synthesis and properties of isonicotinic acid hydrazone derivatives // *Rep. Natl. Acad. Sci. Repub. Kazakhstan.* – 2017, – №1. – С. 68–78.
- 17 Ukhin L.Y., Suponitsky K.Y., Belousova L.V., Orlova J.I. A new synthesis of phthalimidines // *Russ. Chem. Bull.* – 2009, – №12. – С. 2399–2407.
- 18 Ukhin L.Y., Kuzmina L.G., Gribanova T.N., Belousova L.V., Orlova J.I. Anthranilic acid hydrazone in the synthesis of condensed polycyclic compounds with quinazoline fragments // *Russ. Chem. Bull.* – 2008, – №11. – С. 2294–2302.
- 19 Sheldrick G.M. SADABS. Bruker AXS Inc. – Madison, WI, USA, 2008.
- 20 Sheldrick G.M. A short history of SHELX // *Acta Crystallogr.* – 2008, – №64. – С. 112–122.
- 21 Sheldrick G.M. Crystal structure refinement with SHELXL // *Acta Crystallogr.* – 2015, – №71. – С. 3–8.
- 22 Valdes-Tresanco M.S., Valdes-Tresanco M.E., Valiente P.A., Moreno E. AMDock: A versatile graphical tool for assisting molecular docking with Autodock Vina and Autodock4 // *Biol. Direct.* – 2020, – №15. – С. 12.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

23 Ukhin L.Y., Shepelenko E.N., Belousova L.V., Orlova Z.I., Borodkin G.S., Suponitsky K.Y. Derivatives of 2-aminothiophene in the new synthesis of phthalimidines // Russ. Chem. Bull. – 2011, – №2. – С. 345–352.

24 Ukhin L.Y., Krasnikov V.V., Zaichenko S.B., Borodkin G.S., Gribanova T.N., Shepelenko E.N., Etmetchenko L.N. Reaction of derivatives of 2-aminopyrrolo with o-formyl benzoic acid // Russ. Chem. Bull. – 2015, – №2. – С. 410–414.

25 Patel D., Kumari P., Patel N. Synthesis of 3-{4-[4-dimethylamino-6-(4-methyl-2-oxo-2H-chromen-7-yloxy)-[1,3,5] triazin-2-ylamino]-phenyl}-2-phenyl-5-(4-pyridin-2-yl-piperazin-1-ylmethyl)-thiazolidin-4-one and their biological evaluation // Med. Chem. Res. – 2021, – №12. – С.2926–2944.

26 Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Kulakov I.V., Seilkhanov T.M., Mendibayeva A.Zh., Syzdykov A.K., Kabieva S.K. Reaction of o-formylbenzoic acid with hydrazides of (iso)nicotinic and hydroxybenzoic acids // Rus. J. Gen. Chem. – 2023, – №93. – С. 1326–1334.

27 Allen F.H., Kennard O., Watson D.G., Brammer L., Orpen A.G., Taylor R. Tables of bond lengths determined by X-ray and neutron diffraction. Part 1. Bond lengths in organic compounds // J. Chem. Soc. Perkin Trans. II. – 1987, – №2. – С. 1–19.

28 Mamatha S.V., Mahesh B., Sagar B.K., Meenakshi, S.K. Synthesis, characterization, crystal structure biological activity of 4-{2-[5-(4-fluoro-phenyl)-[1,3,4]oxadiazol-2-ylsulfanyl]-ethyl}-morpholine // J. Molec. Struc. – 2019, – №1196. – С. 186–193.

29 Aiello T.F., García-Vidal C., Soriano A. Antiviral drugs against SARS CoV-2 // Rev. Esp. Quimioter. – 2022, – №35. – С. 10–15.

30 Nikitina P.A., Zakharova A.M., Serova O.A., Bormotov N.I., Mazurkov O.Y., Shishkina L.N., Koldaeva T.Y., Basanova E.I., Perevalov V.P. Synthesis, cytotoxicity and antiviral activity against vaccinia virus of 2-(3-Coumarinyl)-1-Hydroxyimidazoles // Med. Chem. – 2023, – №19. – С. 468–477.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

МРНТИ 31.21.19

УДК: 547.7/8

А.Ж. Мендибаева^{1,2}, О.А.Нуркенов^{1,2}, С.К. Кабиева¹, И.В. Кулаков³,
С.Д. Фазылов², Т.М. Сейлханов⁴, А.К. Сыздыков^{1,2}

¹Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан

²Институт органического синтеза и углеродных РК, г. Караганда, Казахстан

³Тюменский Государственный университет, г. Тюмень, Российская Федерация

⁴Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова, г. Караганда, Казахстан

(E-mail: anenyawa@mail.ru)

Новые гидразоны 2-метил-5-нитро-6-фенилникотиновой кислоты

Синтетическая доступность и широкий диапазон биологической активности гидразидов и гидразонов делают их привлекательными объектами для исследований. В данном исследовании мы сосредоточились на синтезе гидразонов на основе 2-метил-5-нитро-6-фенилникотиногидразида, полученных из соответствующих замещенных альдегидов. Структура полученных соединений изучалась с помощью ЯМР-спектроскопии. После повторной рекристаллизации все синтезированные соединения остались в виде смесей изомеров. В результате детального анализа было установлено, что дублирование и бифуркация сигналов в ¹H ЯМР спектрах для некоторых атомов являются следствием существования четырех изомеров, а именно *Z-I*, *Z-II*, *E-I* и *E-II*. В экспериментальных данных были замечены дублирующиеся протонные сигналы с разностью химического сдвига 0,1-0,2 м.д. и в соотношении примерно 2:1. Путем моделирования структур отдельных конфигураций и конформаций были получены значения свободной энергии Гиббса, что позволило оценить примерное содержание ротамеров для *E*-изомера равным 3:2, что совпало с экспериментальными данными.

Ключевые слова: никотиновая кислота, гидразиды, гидразоны, ЯМР-спектроскопия.

Введение

Несмотря на большое количество публикаций по синтезу, свойствам и структуре различных производных гидразидов и гидразонов, их дальнейшие исследования и усовершенствования остаются перспективными [1-5]. Например, гидразоны на основе известного гидразида изоникотиновой кислоты используются в качестве противотуберкулезных препаратов и антидепрессантов [6-9]. В то же время среди производных никотиновой кислоты обнаружены высокоэффективные биологически активные соединения, в том числе противомикробные, противовоспалительные и противосудорожные средства [10-12]. Это может быть связано с высокой распространенностью ядер никотиновой кислоты в молекулах многих жизненно важных природных продуктов, таких как алкалоиды, витамины, коферменты, пигменты и т. д. [6-10]. В связи с этим актуален дальнейший поиск фармакологически активных соединений среди гидразидов пиридинкарбоновых кислот и сходных с ними по структуре соединений.

Для вдохновения мы обратились к нашей предыдущей работе [13], где представили оригинальный многокомпонентный метод синтеза асимметричных 5-нитропиридинов, содержащих ацетильную или эфирную группу в положении С-3 (Рисунок 1).

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

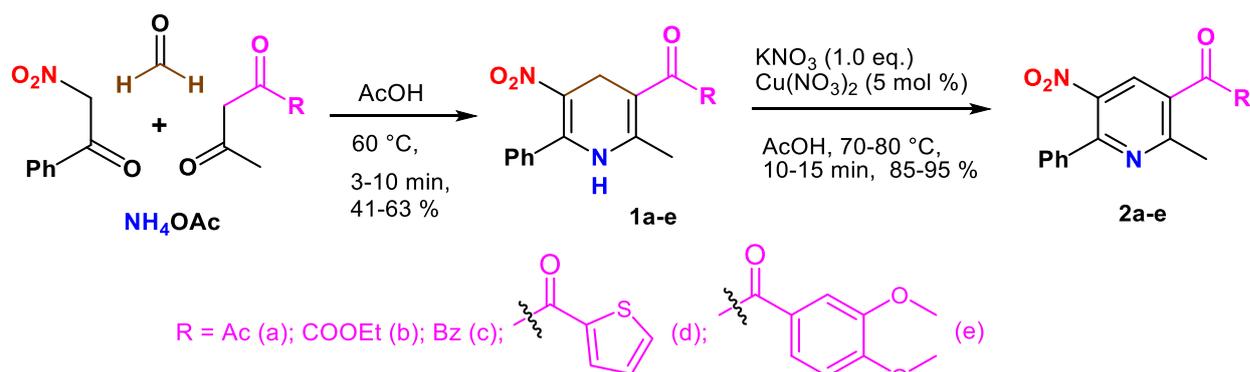


Рисунок 1. Синтез несимметричных 5-нитропиридинов 2a-e

Один из полученных в ходе синтеза соединений, а именно 1-(2-метил-5-нитро-6-фенилпиридин-3-ил) этан-1-он, в дальнейшем был использован нами для получения новых структурных аналогов природных интегративных А, В [14]. В данной работе нам стало интересно изучить новые соединения на основе этилового эфира 2-метил-5-нитро-6-фенилникотиновой кислоты 2. Соответствующий синтез может быть легко осуществлен путем превращения 2b в гидразид 3 и его дальнейшей конденсации с соответствующими альдегидами в качестве источника новых фармакофорных групп (схема 2).

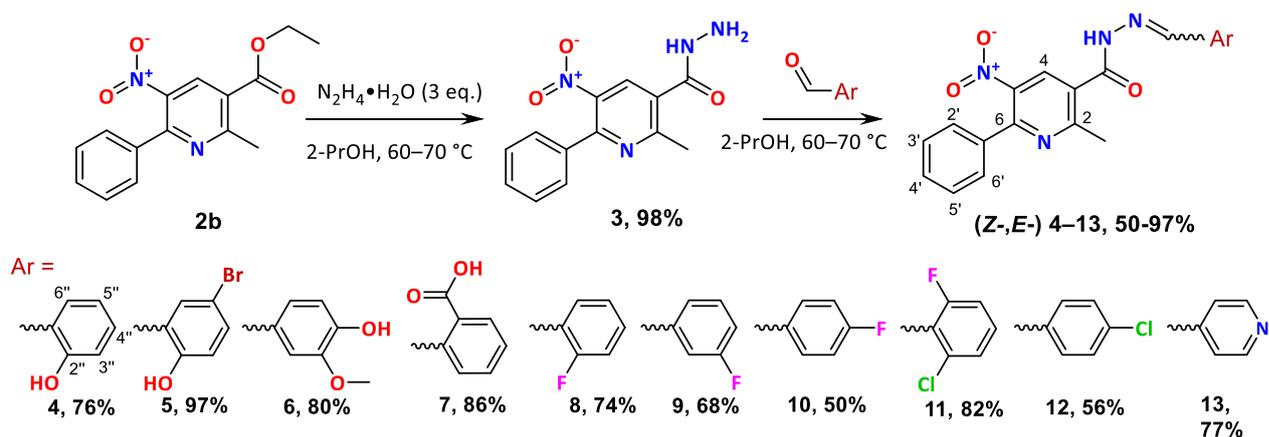


Рисунок 2. Синтетический путь к 3-базовым гидразонам 4-13, полученным из соответствующих ароматических альдегидов

Методы и материалы

^1H и ^{13}C ЯМР спектры были получены на спектрометре Jeol JNM-ECA 400 (Токио, Япония) (400 и 100 МГц соответственно) и Magritek Spinsolve 80 carbon ultra (Ахен, Германия) (81 и 20 МГц соответственно) в DMSO-d_6 , используя TMS или сигналы остаточного растворителя в качестве внутреннего стандарта. ИК-Фурье спектры получали с помощью спектрофотометра Agilent Cary 630 (Agilent Technologies, Калифорния, США) в тонком слое образца на кристаллической насадке. Элементный анализ (C, H, N) проводили на приборе EuroVector Elemental Analyser (Павия, Италия). Температуры плавления определяли с помощью прибора SMP 10 (Analog Devices, Уилмингтон, Массачусетс, США). Анализ ТСХ проводили на планшетах Silufol UV-254 (Merck, Darmstadt, Германия) с проявлением паров йода.

2-метил-5-нитро-6-фенилникотингидразид (3). К раствору 2,86 г (10 ммоль) этилового эфира 2-метил-5-нитро-6-фенилникотиновой кислоты (1) в 50 мл 2-PrOH добавляют 5 мл 80% гидразина и нагревают при интенсивном перемешивании при температуре 60-70 °C в течение часа. После остывания из колбы выпадают белые пластинчатые кристаллы, фильтруют, промывают холодным 2-PrOH и сушат. Белые кристаллы (2,67 г, 98%), т.пл. 222-224 °C. ИК-спектр, ν , cm^{-1} : 664; 694; 760; 926; 980; 1180; 1319; 1346, 1516 ($-\text{NO}_2$); 1366; 1443; 1555; 1597; 1647 (C=O); 1744; 2855; 2924; 3052; 3187; 3275

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

(N–H). ^1H ЯМР (80 МГц, DMSO- d_6) δ 9.81 (br s, 1H, NH), 8.35 (s, 1H, H-4), 7.51 (s, 5H, Ph), 4.61 (br s, 2H, NH₂), 2.66 (c, 3H, CH₃); ^{13}C ЯМР (20 МГц, DMSO- d_6) δ 164,7 (C=O), 159,7 (C-2), 151,1 (C-6), 143,3 (C-5), 135,9 (C-3), 132,0 (C-4), 129,7 (C-4'), 129,6 (C-1'), 128,6 (C-3', C-5'), 128,0 (C-2', C-6'), 22,9 (CH₃). Вычислено для C₁₃H₁₂N₄O₃: C, 57.35; H, 4.44; N, 20.58; найдено: C, 57.02; H, 4.72; N, 20.75.

Общая методика синтеза для соединений 4–13. К смеси 0,5 г (1,8 ммоль) **2** в 10 мл EtOH добавляют 1,8 ммоль соответствующего ароматического альдегида при перемешивании. Реакционную смесь перемешивают при температуре 60–70°C в течение 6 ч, затем охлаждают до комнатной температуры. Сырой продукт процеживают, промывают холодным спиртом и обсушивают. Осадок несколько раз перекристаллизуется из 2-PrOH.

(*E,Z*)-*N'*-(2-гидроксibenзилиден)-2-метил-5-нитро-6-фенилникотиногидразид (3:1) (**4**). Белые кристаллы (0,54 г, 76%), т.пл. 272–273 °C. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 694; 760; 856; 964; 1034; 1150; 1204; 1273; 1300; 1365; 1508; 1439; 1551; 1636 (C=N); 1659 (C=O); 2851; 2920; 3052; 3229 (N-H); 3420 (-OH). ^1H ЯМР (400 МГц, DMSO- d_6) δ 12,28 (бр с, 1H, NH), 11,00 (бр с, 1H, OH), 8,65 (с, 0,75 H, =CH (*E*-)), 8,56 (с, 0,75H, H-4 (*E*-)), 8,52 (с, 0,25H, =CH (*Z*-)), 8,45 (с, 0,25H, H-4 (*Z*-)), 7,45-7,65 (м, 5H, Ph), 7,17-7,40 (м, 2H, H-4'',6'' Ar (*E*- + *Z*-)), 6,90-7,00 (м, 2H, H-3'',5'' Ar (*E*- + *Z*-)), 2,74 (с, 2,2H, CH₃ (*E*-)), 2,60 (с, 0,8H, CH₃ (*Z*-)); ^{13}C ЯМР (100 МГц, ДМСО- d_6) δ 167,1 (C=O), 161,4, 160,3, 157,5 (C-2'' Ar), 151,7 (C-6 (*E*-)), 150,9 (C-6 (*Z*-)), 148,6 (CH=), 143,5 (C-5 (*Z*-)), 143,3 (C-5 (*E*-)), 136,0 (C-3 (*Z*-)), 135,9 (C-3 (*E*-)), 132,5 (C-4 (*E*-)), 132,4 (C-4 (*Z*-)), 131,8 (C-4'' Ar (*E*-)), 131,5 (C-4'' Ar (*Z*-)), 129,9 (C-1' Ph (*E*-)), 129,7 (C-1' Ph (*Z*-)), 129,1 (C-4' Ph), 128,7 (C-3',5' Ph), 128,1 (C-2',6' Ph), 119,5 (C-5'' Ar), 118,7 (C-1'' Ar), 116,4 (C-3'' Ar), 23,1 (CH₃ (*E*-)), 22,9 (CH₃ (*Z*-)). Вычислено для C₂₀H₁₆N₄O₄: C, 63.82; H, 4.28; N, 14.89; найдено: C, 63.31; H, 4.14; N, 14.77.

(*E,Z*)-*N'*-(5-бром-2-гидроксibenзилиден)-2-метил-5-нитро-6-фенилникотиногидразид (7:3) (**5**). Белые кристаллы (0,85 г, 97%), т.пл. 286–288 °C. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 628 (C-Br); 694; 760; 834; 910; 976; 1030; 1115; 1154; 1188; 1273; 1343, 1551 (-NO₂); 1443; 1474; 1508; 1601 (C=N); 1659 (C=O); 2855; 2924; 3036; 3198; 3333 (-OH). ^1H ЯМР (400 МГц, DMSO- d_6) δ 10.13 (бр с, 1H, NH), 9.64 (бр с, 1H, OH), 8.58 (с, 0.7H, H-4 (*E*-)), 8.48 (с, 0.3H, H-4 (*Z*-)), 8.48 (с, 0.7H, =CH (*E*-)), 8.32 (с, 0.3H, =CH (*Z*-)), 7.81 (с, 0.7H, H-6'' Ar (*E*-)), 7.48-7.55 (м, 5H Ph, 0.3H, H-6'' Ar (*Z*-)), 7.42 (д, 0.7H, *J* = 7.8 Гц, H-4'' Ar (*E*-)), 7.35 (д, 0,3H, *J* = 8,0 Гц, H-4'' Ar (*Z*-)), 6,89 (д, 0,7H, *J* = 8,7 Гц, H-3'' Ar (*E*-)), 6,80 (д, 0,3H, *J* = 8,9 Гц, H-3'' Ar (*Z*-)), 2,70 (с, 2H, CH₃ (*E*-)), 2,57 (с, 1H, CH₃ (*Z*-)); ^{13}C ЯМР (100 МГц, ДМСО- d_6) δ 167,9 (C=O), 162,0, 160,6, 152,1, 146,4 (*Z*-), 143,5 (*Z*-), 139,1 (*Z*-), 136,1 (*E*-), 134,4 (*Z*-), 132,8 (*E*-), 130,3 (*Z*-), 129,0 (2C), 128,4 (2C), 128,3, 125,3, 121,5, 119,0 (*E*-), 110,9 (*Z*-), 23,4 (CH₃). Вычислено для C₂₀H₁₅BrN₄O₄: C, 52.76; H, 3.32; N, 12.31; найдено: C, 53.04; H, 3.14; N, 12.24.

(*E,Z*)-*N'*-(4-гидрокси-3-метоксибензилиден)-2-метил-5-нитро-6-фенилникотиногидразид (7:3) (**6**). Белые кристаллы (0,62 г, 80%), т.пл. 260–262 °C. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 694; 756; 899; 868; 1026; 1165 (-OCH₃); 1208; 1277; 1346, 1512 (-HET₂); 1555; 1601 (C=N); 1655 (C=O); 2361; 2855 (-OCH₃); 2928; 3059; 3210 (N-H); 3433 (-OH). ^1H ЯМР (400 МГц, DMSO- d_6) δ 11.98 (бр с, 1H, NH), 9.81 (бр с, 1H, OH), 8.53 (с, 0.7H, H-4 (*E*-)), 8.48 (с, 0.3H, H-4 (*Z*-)), 8.17 (с, 0.7H, =CH (*E*-)), 7.99 (с, 0.3H, =CH (*Z*-)), 7.38 (с, 1H, H-2'' Ar), 7.42-7.59 (м, 5H, Ph), 6.93-7.17 (м, 1H, H-6'', Ar (*E*- + *Z*-)), 6.85 (бр с, 0.7H, H-5'' (*E*-) Ar), 6.75 (бр.с, 0.3H, H-5'' (3-) Ar), 3.81 (с, 3H, OCH₃), 2.68 (с, 2H, CH₃ (*E*-)), 2.58 (с, 1H, CH₃ (*Z*-)); ^{13}C ЯМР (100 МГц, ДМСО- d_6) δ 167,3 (C=O (*E*-)), 167,2 (C=O (*Z*-)), 161,9, 160,3, 151,9, 149,7 (*E*-), 149,6 (*Z*-), 148,4 (*E*-), 148,2 (*Z*-), 143,6 (*E*-), 143,5 (*Z*-), 136,3 (*Z*-), 136,2 (*E*-), 133,1 (*Z*-), 132,5 (*E*-), 130,2 (*E*-), 130,1 (*Z*-), 129,5, 129,0 (2C), 128,3 (2C), 125,5, 123,0, 115,7, 109,3 (*E*-), 109,0 (*Z*-), 55,8 (OCH₃ (*E*-)), 55,3 (OCH₃ (*Z*-)), 23,2 (CH₃). Вычислено для C₂₁H₁₈N₄O₅: C, 62.06; H, 4.46; N, 13.79; найдено: C, 62.49; H, 4.23; N, 13.96.

(*E,Z*)-2-((2-(2-метил-5-нитро-6-фенилникотиноил)гидразо)метил) 2-формилбензойная кислота (7:3) (**7**). Белые кристаллы (0,66 г, 86%), т.пл. 235–237 °C. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 691; 752; 833; 922; 945; 1034; 1076; 1154; 1281; 1350, 1520; 1393; 1451; 1551; 1601 (C=N); 1678 (C=O); 2508; 2635; 2928; 2962; 3052; 3437 (-OH). ^1H ЯМР (400 МГц, DMSO- d_6) δ 12,36 (бр с, 0,35H, NH (*Z*-)), 12,32 (бр с, 0,65H, NH (*E*-)), 9,07 (с, 0,7H, =CH (*E*-)), 8,87 (с, 0,3H, =CH (*Z*-)), 8,58 (с, 0,7H, H-4 (*E*-)), 8,48 (с, 0,3H, H-4 (*Z*-)), 8,10 (д, 0,7H, *J* = 6,8 Гц, H-3'' Ar (*E*-)), 7,84 (д, 0,3H, *J* = 6,7 Гц, H-3'' Ar (*Z*-)), 7,91 (д, 0,7H, *J* = 7,4 Гц, H-6'' Ar (*E*-)), 7,66 (д, 0,3H, *J* = 6,9 Гц, H-6'' Ar (*Z*-)), 7,64 (т, 0,7H, *J* = 5,9 Гц, H-5' Ar (*E*-)), 7,46–7,56 (м, 5H, Ph, 1H, H-4'' Ar (*E*- + *Z*-), 0,3H, H-5'' Ar (*Z*-)), 2,70 (с, 2H, CH₃ (*E*-)), 2,59 (с, 1H, CH₃ (*Z*-)); ^{13}C ЯМР (100 МГц, ДМСО- d_6) δ 168,4 (*E*-), 168,3 (*Z*-), 162,4, 160,5, 152,0 (*E*-), 151,3 (*Z*-), 148,2, 143,7 (*Z*-), 143,6 (*E*-), 136,2 (*Z*-), 136,1 (*E*-), 134,4 (*E*-), 134,2 (*Z*-), 132,9 (*Z*-), 132,8 (*E*-), 132,5 (*E*-), 132,4 (*Z*-),

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

131,1 (E-), 131,0 (Z-), 130,8 (E-), 130,7 (Z-), 130,5, 130,3 (E-), 130,2 (Z-), 129,2, 129,1 (1C (E-)), 129,0 (3C (Z-)), 128,43 (1C (Z-)), 128,37 (3C (E-)), 127,1 (E-), 126,6 (Z-, 23,3 (CH₃ (E-)), 23,2 (CH₃ (Z-)). Вычислено для C₂₁H₁₆N₄O₅: С, 62,37; Н, 3,99; N, 13,86; найдено: С, 62,28; Н, 4,15; N, 13,95.

(E-,Z-)-N'-(2-фторбензилиден)-2-метил-5-нитро-6-фенилникотиногидразид (3:2) (8). Белые кристаллы (0,52 г, 74%), т.пл. 283-285 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 698; 760; 772; 837; 887; 937; 961; 1061; 1096; 1300; 1343, 1520; 1370; 1451; 1481; 1551; 1598 (C=N); 1651 (C=O); 1709; 2855; 2924; 2924; 2967; 3168; 3275 (N-H). ¹H ЯМР (400 МГц, ДМСО-*d*₆) δ 12,23 (бр с, 1H, NH), 8,65 (бр с, 0,6H, =CH (E-)), 8,53 (бр с, 1 H, H-4 (E- + Z-)), 8,34 (бр с, 0,4H, =CH (Z-)), 7,19-7,96 (м, 9H, 5H, Ph, H-2', 3', 4', 5' Ar (E- + Z-)), 2,72 (с, 2H, CH₃ (E-)), 2,59 (с, 1H, CH₃ (Z-)); ¹³C ЯМР (100 МГц, ДМСО-*d*₆) δ 167,4 (C=O), 160,9 (d, $1J_{13C-F}$ = 145 Гц, C-2"), 159,7, 158,5, 151,7, 143,4, 141,5, 138,4, 135,8, 132,75 (d, $3J_{13C-F}$ = 8,6 Гц, C-4" Ar), 132,5 (E- + Z-), 129,95 (d, $3J_{13C-F}$ = 9,6 Гц, C-6" Ar), 128,9, 128,7 (C-3',5' Ph), 128,1 (C-2',6' Ph), 125,1 (Z- + E-), 121,4 (d, $2J_{13C-F}$ = 26 Гц, C-1"), 116,14 (d, $2J_{13C-F}$ = 22 Гц, C-3"), 23,1 (CH₃). Вычислено C₂₀H₁₅FN₄O₅: С, 63,49; Ч, 4,00; N, 14,81; найдено: С, 63,72; Н, 4,27; N, 14,65.

(E-,Z-)-N'-(3-фторбензилиден)-2-метил-5-нитро-6-фенилникотиногидразид (6,5:3,5) (9). Белые кристаллы (0,48 г, 68%), т.пл. 257-259 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 691; 760; 837; 868; 980; 1134; 1269; 1300; 1343, 1555; 1443; 1516; 1612 (C=N); 1663 (C=O); 1740; 2338; 2361; 2859; 2924; 3063; 3198; 3275 (N-H). ¹H ЯМР (400 МГц, ДМСО-*d*₆) δ 12,24 (бр с, 1H, NH), 8,58 (с, 0,65H, H-4 (E-)), 8,49 (с, 0,35H, H-4 (Z-)), 8,31 (с, 0,65H, =CH (E-)), 8,13 (с, 0,35H, =CH (Z-)), 7,18-7,57 (м, 9H, 5H Ph, H-2',3',4',6' Ar (E- + Z-)), 2,71 (с, 2H, CH₃ (E-)), 2,58 (с, 1H, CH₃ (Z-)); ¹³C ЯМР (100 МГц, ДМСО-*d*₆) δ 167,7 (C=O), 161,4 (C-2 (E-)), 161,3 (C-2 (Z-)), 161,3 (d, $1J_{13C-F}$ = 187 Гц, C-4"), 158,8, 152,0 (E-), 151,3 (Z-), 147,8, 144,3 (E-), 143,5 (Z-), 136,58 (d, $3J_{13C-F}$ = 8 Гц, C-1" Ar), 136,1 (Z-), 136,0 (E-), 133,0 (C-4 (Z-)), 132,6 (C-4 (E-)), 131,27 (d, $3J_{13C-F}$ = 8 Гц, C-5" Ar), 130,2 (E-), 130,1 (Z-), 129,2, 129,0 (C-3',5' Ph), 128,3 (C-2',6' Ph), 124,0 (E-), 123,4 (Z-), 117,2 (d, $2J_{13C-F}$ = 26 Гц, C-4"), 113,5 (d, $2J_{13C-F}$ = 22 Гц, C-2"), 23,2 (CH₃ (E-)), 23,1 (CH₃ (Z-)). Вычислено для C₂₀H₁₅FN₄O₅: С, 63,49; Ч, 4,00; N, 14,81; найдено: С, 63,82; Н, 4,15; N, 15,05.

(E-,Z-)-N'-(4-фторбензилиден)-2-метил-5-нитро-6-фенилникотиногидразид (6,5:3,5) (10). Белые кристаллы (0,35 г, 50%), т.пл. 268-270 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 610; 698; 760; 845; 880; 968; 1045; 1134; 1157; 1235; 1292; 1346, 1512; 1447; 1555; 1601 (C=N); 1667 (C=O); 2365; 2855; 2928; 2974; 3055; 3383 (N-H). ¹H ЯМР (400 МГц, DMSO-*d*₆) δ 12,16 (бр с, 1H, NH), 8,57 (с, 0,65H, H-4 (E-)), 8,47 (с, 0,35H, H-4 (Z-)), 8,29 (с, 0,65H, =CH (E-)), 8,13 (с, 0,35H, =CH (Z-)), 7,81 (бр с, 1,3H, H-2',6" Ar (E-)), 7,58 (бр с, 0,7H, H-2',6" Ar (Z-)), 7,46-7,56 (м, 5H, Ph), 7,29 (бр с, 1,3H, H-3',5" Ar (E-)), 7,19 (br s, 0,7H, H-3",5" Ar (Z-)), 2,70 (с, 2H, CH₃ (E-)), 2,58 (с, 1H, CH₃ (Z-)); ¹³C ЯМР (100 МГц, ДМСО-*d*₆) δ 162,5 (C=O), 161,4 (d, $1J_{13C-F}$ = 185 Гц, C-4"), 158,9, 152,1, 148,3, 144,9 (Z-), 143,6 (E-), 136,3 (Z-), 136,2 (E-), 132,9 (Z-), 132,7 (E-), 130,7 (E-), 130,6 (Z-), 130,3 (E-), 130,2 (Z-), 130,0 (d, $3J_{13C-F}$ = 8 Гц, C-2",6" Ar), 129,4, 129,1 (C-3',5' Ph), 128,4 (C-2',6' Ph), 116,4 (d, $2J_{13C-F}$ = 24 Гц, C-3",5"), 23,3 (CH₃). Вычислено C₂₀H₁₅FN₄O₅: С, 63,49; Ч, 4,00; N, 14,81; найдено: С, 63,32; Н, 4,18; N, 15,12.

(E-,Z-)-N'-(2-хлор-6-фторбензилиден)-2-метил-5-нитро-6-фенилникотиногидразид (4,5:5,5) (11). Белые кристаллы (0,64 г, 82%), т.пл. 230-231 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 705; 760 (C-Cl); 1090; 1133; 1345, 1565; 1620 (C=N); 1665 (C=O); 3227 (N-H). ¹H ЯМР (400 МГц, DMSO-*d*₆) δ 12,38 (бр с, 1H, NH (E- + Z-)), 8,67 (с, 0,45H, =CH (E-)), 8,57 (с, 0,45H, H-4 (E-)), 8,47 (с, 0,55H, =CH (Z-)), 8,37 (с, 0,55H, H-4 (Z-)), 7,15-7,45 (м, 3H, H-3",4",5" Ar (E- + Z-)), 7,45-7,60 (м, 5H, Ph), 2,73 (с, 1,3H, CH₃ (E-)), 2,60 (с, 1,7H, CH₃ (Z-)); ¹³C ЯМР (100 МГц, ДМСО-*d*₆) δ 167,7 (C=O), 160,1 (d, $1J_{13C-F}$ = 315 Гц, C-1"), 160,3 (C-2 (E-)), 159,1 (C-2 (Z-)), 151,7 (C-6 (E-)), 150,9 (C-6 (Z-)), 143,3 (CH= (E-)), 143,2 (CH= (Z-)), 142,4 (C-5 (E-)), 142,2 ($3J_{13C-F}$ = 16,3 Гц, C-5 (Z-)), 138,3 (d, C-2" Ar), 135,9 (d, $3J_{13C-F}$ = 17,2 Гц, C-4" Ar), 134,1 (C-3 (E-)), 133,3 (C-3 (Z-)), 132,6 (C-4 (E-)), 132,5 (C-4 (Z-)), 130,0 (C-4' Ph), 128,7 (C-3',5' Ph), 128,0 (C-2',6' Ph), 126,3 (C-3" (Z-)), 126,1 (C-3" (E-)), 119,8 (d, $2J_{13C-F}$ = 13 Гц, C-1"), 115,66 (d, $2J_{13C-F}$ = 22 Гц, C-5"), 23,1 (CH₃ (E-)), 22,8 (CH₃ (Z-)). Вычислено для C₂₀H₁₄ClFN₄O₅: С, 58,19; Н, 3,42; N, 13,57; найдено: С, 57,92; Н, 3,63 N, 12,97.

(E-,Z-)-N'-(4-хлорбензилиден)-2-метил-5-нитро-6-фенилникотиногидразид (6,5:3,5) (12). Белые кристаллы (0,41 г, 56%), т.пл. 270-272 °С. ИК-спектр, ν , см⁻¹: 637; 691; 756 (C-Cl); 833; 934; 1092; 1269; 1339, 1555; 1400; 1443; 1512; 1597; 1607 (C=N); 1659 (C=O); 2855; 2924; 3059; 3198 (N-H). ¹H ЯМР (400 МГц, DMSO-*d*₆) δ 12,31 (бр с, 0,3H, NH (Z-)), 12,18 (br s, 0,7H, NH (E-)), 8,62 (с, 0,65H, H-4 (E-)), 8,51 (с, 0,35H, H-4 (Z-)), 8,31 (с, 0,65H, =CH (E-)), 8,14 (с, 0,35H, =CH (Z-)), 7,75-7,85 (м, 1,3H, H-2',6" Ar (E-)), 7,41-7,65 (м, 5H, Ph, 2H, H-3',5" Ar (E- + Z-)), 0,7H, H-2',6" Ar (Z-)), 2,72 (с, 2H, CH₃ (E-)), 2,58 (с, 1H,

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

CH₃ (Z-)); ¹³C ЯМР (100 МГц, ДМСО-*d*₆) δ 167,4 (C=O), 161,7 (C-2), 151,151,4 (C=O) 6 (C-6 (E-)), 151,0 (C-6 (Z-)), 147,5 (CH=), 144,2 (C-5 (Z-)), 143,4 (C-5 (E-)), 136,0 (C-4" Ar (Z-)), 135,9 (C-4" Ar (E-)), 135,0 (C-3 (E-)), 134,7 (C-3 (Z-)), 132,9 (C-1" Ar (E-)), 132,7 (C-1" Ar (Z-)), 132,6 (C-4 (Z-)), 132,4 (C-4 (E-)), 129,95 (C-1' Ph (E-)), 129,80 (C-1' Ph (Z-)), 129,04 (C-2",6" Ar), 128,98 (C-3", 5" Ar), 128,7 (C-3',5' Ph), 128,5 (C-4' Ph), 128,1 (C-2",6' Ph), 23,3 (CH₃). Вычислено для C₂₀H₁₅ClN₄O₃: C, 60,84; H, 3,83; N, 14,19; найдено: C, 60,58; H, 3,97; N, 13,98.

(*E,Z*)-2-метил-5-нитро-6-фенил-*N'*-(пиридин-4-илметил)енил)никотиногидразид (7:3) (13). Белые кристаллы (0,52 г, 77%), т.пл. 272-273 °С. ИК-спектр, ν, см⁻¹: 694; 937; 976; 1072; 1111; 1142; 1343, 1512; 1439; 1555; 1607 (C=N); 1670 (C=O); 1871; 1952; 2855; 2920; 3071; 3214 (N-H). ¹H ЯМР (400 МГц, ДМСО-*d*₆) δ 12,39 (бр с, 1H, NH (E- + Z-)), 8,67 (бр с, 1,2H, H-2",6" Py (E-)), 8,64 (с, 0,7H, H-4 (E-)), 8,56 (бр с, 0,8H, H-2",6" Py (Z-)), 8,53 (с, 0,3H, H-4 (Z-)), 8,31 (с, 0,65H, =CH (E-)), 8,13 (с, 0,35H, =CH (Z-)), 7,70 (br s, 1,2H, H-3",5" Py (E-)), 7,48–7,65 (m, 5H, Ph), 7,39 (br s, 0,8H, H-3",5" Py (Z-)), 2,73 (с, 1,9H, CH₃ (E-)), 2,60 (с, 1,1H, CH₃ (Z-)); ¹³C ЯМР (100 МГц, ДМСО-*d*₆) δ 167,7 (C=O), 162,7 0 (C-2 (Z-)), 160,1 (C-2 (E-)), 151,7 (C-6 (E-)), 151,1 (C-6 (Z-)), 150,3 (C-2",6" Py (E- + Z-)), 146,4 (CH=), 143,3 (C-5 (E-)), 143,0 (C-5 (Z-)), 141,1 (C-4" Py (E-)), 140,8 (C-4" Py (Z-)), 136,0 (C-3 (Z-)), 135,8 (C-3 (E-)), 132,8 (C-4 (Z-)), 132,5 (C-4 (E-)), 129,9 (C-1' Ph (E-)), 129,8 (C-1' Ph (Z-)), 128,8 (C-4' Ph), 128,7 (C-3',5' Ph), 128,1 (C-2',6' Ph), 121,1 (C-3",5" Py (E-)), 120,7 (C-3",5" Py (Z-)), 23,0 (CH₃). Вычислено для C₁₉H₁₅N₅O₃: C, 63,15; H, 4,18; N, 19,38; найдено: C, 62,90; H, 4,39; N, 19,03.

Результаты и обсуждение

Все соединения синтезированы с хорошими выходами в виде белых кристаллов (Рисунок 1). В то же время после повторных процессов рекристаллизации в ¹H ЯМР спектрах 4-13, с разницей в химических сдвигах около 0,1–0,2 м.д. Более того, интегрирование пиков показало, что соотношение площадей дубликатов пиков оставалось примерно постоянным для всех гидразонов и было равно 2:1. Самым первым и очевидным предположением, объясняющим наблюдаемое, было наличие смеси *Z*- и *E*-изомеров. Кроме того, преобладает *E*-конфигурация, так как такое расположение атомов позволило добиться более стабильной геометрии молекул. Это наблюдалось и в сигналах илиденевого протона (=CH) в ¹H спектрах ЯМР, которые были смещены в нижнюю область из-за влияния атома кислорода карбонильной группы в случае *E*-изомера (табл. 1).

Таблица 1

¹H ЯМР спектры химические сдвиги, δ (м.д.) для замещенных атомов водорода пиридина и имида, а именно H-4 и =CH, соответственно

Соединение	δ (H-4 (E-))	δ (H-4 (Z-))	δ (=CH (E-))	δ (=CH (Z-))
3	8.35	–	–	–
4	8.56	8.45	8.65	8.52
5	8.58	8.48	8.48	8.32
6	8.53	8.48	8.17	7.99
7	8.58	8.48	9.07	8.87
8	8.53	8.53	8.65	8.34
9	8.58	8.49	8.31	8.13
10	8.57	8.47	8.29	8.13
11	8.57	8.37	8.67	8.47
12	8.62	8.51	8.31	8.14
13	8.64	8.53	8.31	8.13

Еще одним маркером смеси двух изомеров был сигнал протона H-4 от замещенного пиридинового ядра. Так, в спектре исходного гидразида протон H-4 был зарегистрирован синглетом в районе 8,35 м.д. (табл. 1). Во всех полученных гидразонах протон H-4 главного *E*-изомера регистрировался

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

синглетом в районе 8,53-8,64 м.д., в то время как для малого *Z*-изомера сигнал протона Н-4 был незначительно смещен в область 8,37-8,53 м.д. (табл. 1). Смена заместителей мало влияло на положение синглета протона Н-4; наибольшее смещение сигнала наблюдалось в случае соединения 13 (табл. 1). Что касается протона =СН, то химические сдвиги находились в диапазоне от 8,17 до 9,07 м.д. для *E*-изомера и от 7,99 до 8,87 м.д. для *Z*-изомера (табл. 1). Однако 9, 10, 12 и 13, которые имели заместители в положениях 3 и 4 относительно фрагмента имида, имели одинаковые значения химического сдвига как для *E*-, так и для *Z*-изомеров, в то время как 4, 8 и 11 имели минимальные различия в значениях химических сдвигов, что можно объяснить наличием заместителей в положении С-2" относительно иминового заместителя (табл. 1). Соединение 6 имело самые низкие значения химического сдвига, что было результатом присутствия двух сильных донорных заместителей в положениях С-3" и С-4" относительно фрагмента имида (табл. 1).

Значительный сдвиг вниз протонного сигнала =СН наблюдался для соединения 6 (рис. 3). Химические сдвиги для *E*- и *Z*-изомеров составили 9,07 и 8,87 м.д. соответственно (рис. 1, табл. 1), что на 0,7 м.д. больше по сравнению с 9, 10, 12 и 13 (табл. 1). Группа СООН в положении С-2" относительно иминового заместителя являлась акцепторным заместителем и дополнительно обеспечивала возможности для формирования внутримолекулярной водородной связи с атомом азота С=Н так же, как и в случае 4 и 5 (табл. 1).

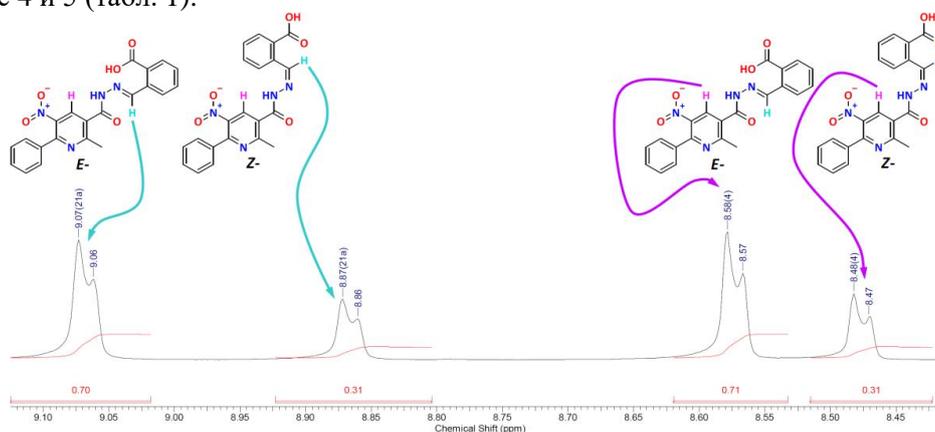


Рисунок 3. Фрагмент ^1H ЯМР спектр 7

Для более полного анализа структуры полученных гидразонов нами были проанализированы спектры двумерной ЯМР-спектроскопии COSY (^1H - ^1H), HMQC (^1H - ^{13}C) и HMBC (^1H - ^{13}B) на примере структуры соединения 6, что позволило установить спин-спиновые взаимодействия гомо- и гетеронуклеарной природы. Некоторые из наблюдаемых корреляций в молекуле показаны на рисунке 4.

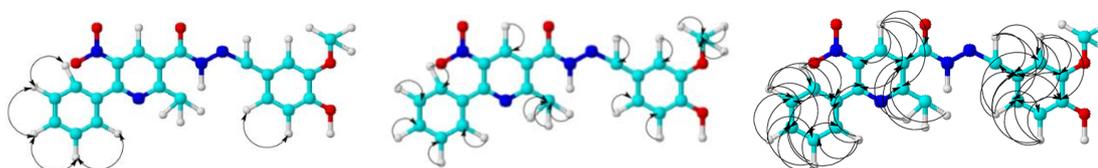


Рисунок 4. Диаграмма корреляции в спектрах COSY, HMQC и HMBC соединения 6

В спектрах ^1H - ^1H COSY соединения 6, спин-спиновые корреляции наблюдались через три связи протонов соседних метин-метиновых протонов ароматических групп: Н-5"-Н-6" (6,85, 7,10), Н-2',6'-Н-3',5' (7,50, 7,50), Н-3',5'-Н-4' (7,50, 7,50) м.д.

Гетероядерные взаимодействия протонов с атомами углерода через одну связь были установлены ^1H - ^{13}C HMQC спектроскопией для следующих пар, присутствующих в соединении: 2-СН₃-С-2 (2,68, 23,2), ОСН₃-ОХ₃ (3,81, 55,8), Н-5"-С-5" (6,85, 115,7), Н-6"-С-6" (7,10, 123,0), Н-2',6'-С-2',6' (7,50, 128,3), Н-3',5'-С-3',5' (7,50, 129,0), N=СН-НС=N (8,17, 149,7), Н-2"-С-2" (7,38, 109,3), Н-4-С-4 (8,53, 132,5) м.д.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

Гетероядерные взаимодействия протонов с атомами углерода через две и более связей были установлены с помощью ^1H - ^{13}C НМВС спектроскопией для следующих пар, присутствующих в соединении: 2-CH₃-C-3 (2,68, 129,5), 2-CH₃-C-2 (2,68, 160,3); OX₃-C-3" (3,81, 148,4); H-5"-C-1" (6,85, 125,5), H-5"-C-3" (6,85, 148,4); H-6"-C-2" (7,00, 109,70), H-6"-C=N (7,00, 149,7); H₂"-C₆" (7,26, 122,84), H-2"-C=N (7,38, 149,7); N=CH-C-2" (8,17, 109,3), N=CH-C₆" (8,17, 123,0), N=CH-C-1" (8,17, 125,5); H-4-C-5 (8,53, 143,6), H-4-C-6 (8,53, 151,9), H-4-C-2 (8,53, 167,3); NH-C=N (11,98, 149,7, NH-C=O (11,98, 161,9) м.д.

Выводы

Мы сообщили о синтезе и структуре новых гидразонов, полученных из 2-метил-5-нитро-6-фенилникотиногидразида и соответствующих альдегидов. Несмотря на повторную перекристаллизацию, в спектрах ЯМР ^1H были зарегистрированы повторяющиеся протонные сигналы с разницей химических сдвигов 0,1–0,2 м.д. и в соотношении примерно 2:1. Наше основное объяснение было основано на существовании смеси *Z*- и *E*-изомеров, которые также существуют в основном в виде двух ротамеров, а именно II и I.

Список литературы

- 1 Alam M., Verma G., Shaquiquzaman M., Marella A., Akhtar M., Ali M. A Review Exploring Biological Activities of Hydrazones // Journal of Pharm. Bioallied. Sciences. - 2014. - №6. – P. 69-80.
- 2 Khan M.S., Siddiqui S.P., Tarannum N. A systematic review on the synthesis and biological activity of hydrazide derivatives. Hygeia // Journal of Drug Medicine. - 2017. - №9. – P. 61-79.
- 3 Mali S.N., Thorat B.R., Gupta D.R., Pandey A. Mini-Review of the Importance of Hydrazides and Their Derivatives-Synthesis and Biological Activity // Engineering Proceedings. -2021. - №11. – P. 21.
- 4 Мясоедова Ю.В., Гарифуллина Л.Р., Нуриева Э.Р., Ишмуратов Г.Ю. Гидразиды органических кислот в превращениях пероксидных продуктов не-1-енового озонлиза // Российский журнал органической химии. - 2019. - №55. – С. 1712-1715.
- 5 Popiolek Ł., Biernasiuk A. Synthesis and Investigation of Antimicrobial Activities of Nitrofurazone Analogues Containing Hydrazide-Hydrazone Moiety. SPJ. – 2017. -№25.- С. 1097-1102.
- 6 Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Satpaeva Z.B., Seilkhanov T.M., Turdybekov D.M., Mendibayeva A.Zh., Akhmetova S.B., Shulgau Z.T., Alkhimova L.E., Kulakov I.V. Synthesis, Structure and Biological Activity of Hydrazones Derived from 2- and 4-Hydroxybenzoic Acid Hydrazides // Chemical Data Collections. – 2023. - №48.
- 7 Rodrigues F.A.R. Biological Evaluation of Isoniazid Derivatives as an Anticancer Class // Sci. Pharm. – 2014. - № 82. - P.21-28.
- 8 Naveen Kumar H.S., Parumasivam T., Jumaat F., Ibrahim P., Asmawi M.Z., Sadikun A. Synthesis and evaluation of isonicotinoyl hydrazone derivatives as antimycobacterial and anticancer agents // Med. Chem. Res. – 2014. - №23. – P.269-279.
- 9 Hu Y.Q., Zhang S., Zhao F., Gao C., Feng, L.S. Lv, Z.S., Xu, Z., Wu X. Isoniazid Derivatives and Their Anti-Tubercular Activity // Eur. J. Med. Chem. – 2017. - № 133. – P. 255-267.
- 10 Turgunaliyeva D.M., Dilbaryan D.S., Vasilchenko A.S., Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Karipova G.Zh., Seilkhanov T.M., Kulakov I.V. Synthesis and Antibacterial Activity of Hydrazones of Isonicotinic and Salicylic Acids Based on Acetyl Derivatives of Coumarin and Benzo[g][1,3,5]Oxadiazocine // Bull. Karaganda Univ. Chem. – 2022. - № 108. – P. 25-34.
- 11 Narang R., Narasimhan B., Sharma S., Sriram D., Yogeewari P., De Clercq E., Pannecouque C., Balzarini J. Synthesis, Antimycobacterial, Antiviral, Antimicrobial Activities and QSAR Studies of Nicotinic Acid Benzylidene Hydrazone Derivatives // Med. Chem. Res. – 2012. - №21. – P.1557-1576.
- 12 Altaf A.A., Shahzad A., Gul Z., Rasool N., Badshah A., Lal B., Khan E. A Review on the Medicinal Importance of Pyridine Derivatives // Journal of Drug Design and Medicinal Chemistry. – 2015. - № 1. – P. 1-3.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

13 Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Seilkhanov T.M., Abulyaissova L.K., Turdybekov K.M., Zhivotova T.S., Kabieva S.K., Mendibayeva A.Zh. Interaction of Isonicotinic Acid Hydrazide With Carboxylic Acid Anhydrides // Eurasian J. Chem. – 2023. - № 110. – P.29-35.

14 Kulakov I.V., Oleshchuk A.L., Koveza V.A., Palamarchuk I.V. Multicomponent synthesis of 4-unsubstituted 5-nitropyridine derivatives // Synth. Commun. – 2020. - №50. – P.2432-2439.

А.Ж. Меңдібаева, О.А.Нүркенов, С.К. Кабиева, И.В. Кулаков,
С.Д. Фазылов, Т.М. Сейілханов, А.К. Сыздықов

2-метил-5-нитро-6-фенилникотин қышқылы негізінде жаңа гидразондар

Гидразидтер мен гидразондардың синтетикалық қол жетімділігі мен биологиялық белсенділіктерінің кең ауқымы оларды зерттеу үшін тартымды нысандарға айналдырады. Бұл зерттеуде біз тиісті алмастырылған альдегидтерден алынған 2-метил-5-нитро-6-фенилникотингидразид негізіндегі гидразондарды синтездеуге назар аудардық. Алынған қосылыстардың құрылымы ЯМР спектроскопиясы арқылы зерттелді. Қайта кристалданғаннан кейін барлық синтезделген қосылыстар изомер қоспалары ретінде қалды. Талдау нәтижеслерінде кейбір атомдар үшін ¹H ЯМР спектрлеріндегі сигналдардың қайталануы мен бифуркациясы төрт изомердің, атап айтқанда Z-I, Z-II, E-I және E-II болуының салдары екендігі анықталды. Эксперименттік мәліметтерде химиялық сдсу айырмашылығы 0,1-0,2 м.б. және шамамен 2:1 қатынасында қайталанатын протон сигналдары байқалды. Жеке конфигурациялар мен конформациялардың құрылымдарын модельдеу арқылы Гиббстің бос энергия мәндері алынды, бұл эксперименттік жұмыстардың нәтижелерімен сай келді.

Түйін сөздер: никотин қышқылы, гидразидтер, гидразондар, ЯМР-спектроскопиясы.

A.Zh. Mendibayeva, O.A.Nurkenov, S.K. Kabieva, I.V. Kulakov,
S.D. Fazylov, T.M. Seilkhanov, A.K. Syzdykov

New hydrazones of 2-methyl-5-nitro-6-phenylnicotinic acid

The synthetic availability and wide range of biological activity of hydrazides and hydrazones make them attractive objects for research. In this study, we focused on the synthesis of hydrazones based on 2-methyl-5-nitro-6-phenylnicotinohydrazide obtained from the corresponding substituted aldehydes. The structure of the obtained compounds was studied using NMR spectroscopy. After repeated recrystallization, all synthesized compounds remained as mixtures of isomers. As a result of a detailed analysis, it was found that the duplication and bifurcation of signals in the ¹H NMR spectra for some atoms are a consequence of the existence of four isomers, namely Z-I, Z-II, E-I and E-II. In the experimental data, duplicate proton signals were observed with a chemical shift difference of 0.1-0.2 ppm and in a ratio of approximately 2:1. By modeling the structures of individual configurations and conformations, Gibbs free energy values were obtained, which made it possible to estimate the approximate content of

Key words: nicotinic acid, hydrazides, hydrazones, NMR spectroscopy.

References

- 1 Alam M., Verma G., Shaquiquzzaman M., Marella A., Akhtar M., Ali M. A Review Exploring Biological Activities of Hydrazones // Journal of Pharm. Bioallied. Sciences. - 2014. - №6. – P. 69-80.
- 2 Khan M.S., Siddiqui S.P., Tarannum N. A systematic review on the synthesis and biological activity of hydrazide derivatives. Hygeia // Journal of Drug Medicine. - 2017. - №9. – P. 61-79.

Раздел 5. «Химические и фармацевтические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

- 3 Mali S.N., Thorat B.R., Gupta D.R., Pandey A. Mini-Review of the Importance of Hydrazides and Their Derivatives-Synthesis and Biological Activity // Engineering Proceedings. -2021. - №11. – P. 21.
- 4 Myasoedova Yu.V., Garifullina L.R., Nurieva E.R., Ishmuratov G.Yu. Gidrazidy organicheskikh kislot v prevrashcheniyah peroksidnykh produktov ne-1-enovogo ozonoliza // Rossijskij zhurnal organicheskoy himii. – 2019. - №55. – S. 1712-1715.
- 5 Popiołek Ł., Biernasiuk A. Synthesis and Investigation of Antimicrobial Activities of Nitrofurazone Analogues Containing Hydrazone-Hydrazone Moiety. SPJ. – 2017. -№25.- С. 1097-1102.
- 6 Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Satpaeva Z.B., Seilkhanov T.M., Turdybekov D.M., Mendibayeva A.Zh., Akhmetova S.B., Shulgau Z.T., Alkhimova L.E., Kulakov I.V. Synthesis, Structure and Biological Activity of Hydrazones Derived from 2- and 4-Hydroxybenzoic Acid Hydrazides // Chemical Data Collections. – 2023. - №48.
- 7 Rodrigues F.A.R. Biological Evaluation of Isoniazid Derivatives as an Anticancer Class // Sci. Pharm. – 2014. - № 82. - P.21-28.
- 8 Naveen Kumar H.S., Parumasivam T., Jumaat F., Ibrahim P., Asmawi M.Z., Sadikun A. Synthesis and evaluation of isonicotinoyl hydrazone derivatives as antimycobacterial and anticancer agents // Med. Chem. Res. – 2014. - №23. – P.269-279.
- 9 Hu Y.Q., Zhang S., Zhao F., Gao C., Feng, L.S. Lv, Z.S., Xu, Z., Wu X. Isoniazid Derivatives and Their Anti-Tubercular Activity // Eur. J. Med. Chem. – 2017. - № 133. – P. 255-267.
- 10 Turgunaliyeva D.M., Dilbaryan D.S., Vasilchenko A.S., Nurkenov O.A., Fazylov S.D., Karipova G.Zh., Seilkhanov T.M., Kulakov I.V. Synthesis and Antibacterial Activity of Hydrazones of Isonicotinic and Salicylic Acids Based on Acetyl Derivatives of Coumarin and Benzo[g][1,3,5]Oxadiazocine // Bull. Karaganda Univ. Chem. – 2022. - № 108. – P. 25-34.
- 11 Narang R., Narasimhan B., Sharma S., Sriram D., Yogeeswari P., De Clercq E., Pannecouque C., Balzarini J. Synthesis, Antimycobacterial, Antiviral, Antimicrobial Activities and QSAR Studies of Nicotinic Acid Benzylidene Hydrazone Derivatives // Med. Chem. Res. – 2012. - №21. – P.1557-1576.
- 12 Altaf A.A., Shahzad A., Gul Z., Rasool N., Badshah A., Lal B., Khan E. A Review on the Medicinal Importance of Pyridine Derivatives // Journal of Drug Design and Medicinal Chemistry. – 2015. - № 1. – P. 1-3.
- 13 Nurkenov O.A., Fazylov S D., Seilkhanov T.M., Abulyaissova L.K., Turdybekov K.M., Zhivotova T.S., Kabieva S.K., Mendibayeva A.Zh. Interaction of Isonicotinic Acid Hydrazone With Carboxylic Acid Anhydrides // Eurasian J. Chem. – 2023. - № 110. – P.29-35.
- 14 Kulakov I.V., Oleshchuk A.L., Koveza V.A., Palamarchuk I.V. Multicomponent synthesis of 4-unsubstituted 5-nitropyridine derivatives // Synth. Commun. – 2020. - №50. – P.2432-2439.

Сведения об авторах**АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ
INFORMATION ABOUT AUTHORS**

- Bayassilova Z.A.** – Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
Boucher V.V. – National University «Odessa Maritime Academy», Odessa, Ukraine
Chornyi O.P. – Kremenchug Mikhail Ostrogradsky National University, Kremenchug, Ukraine
Chvanova A.O. – Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
Danyleiko O.K. – Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine
Denissova O. – Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
Kamarova S. – Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
Onichshenko O. – Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan, E-mail: o.onichshenko@ttu.edu.kz
Tatieva I.M. – Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
Tatieva M.M. – Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan, E-mail.ru: m.tatiyeva@ttu.edu.kz
Tytyuk V.K. – Kryvyi Rih National University, , Kryvyi Rih, Ukraine, E-mail: v.tytyuk@ttu.edu.kz
Zhabalova G. – Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan
Айкенбаева Н.Ж. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Айнабекова С.С. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Айтбаев Е.С. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан, E-mail: e.aitbaev@ttu.edu.kz
Алдабаев М.А. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
Алмазов А.И. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Асанова К.А. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан,
Базаров Б.А. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: b.bazarov@ttu.edu.kz
Бейсембаев Т.С. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
Богоявлинский А.П. – Институт микробиологии и вирусологии, г. Алматы, Казахстан
Бурумбаев А.Г. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан, E-mail: a.burumbaev@ttu.edu.kz
Волокитина И.Е. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: i.volokitina@ttu.edu.kz
Гуменчук О.Н. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: o.gumenchuk@ttu.edu.kz
Жумагалиев М.Б. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан, E-mail: m.zhumagaliev@ttu.edu.kz
Жуманазарова Г.М. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: gl.zhumanazarova@ttu.edu.kz
Жунусова А.К. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан,
Кабиева С.К. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
Каппарова Т.С. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау,
Конакбаева А.Н. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Кузбаева Л.У. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail.ru: l.kuzbaeva@ttu.edu.kz

Кулаков И.В. – Тюменский государственный университет
Мендибаева А.Ж. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан
Мереке А.Ж. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Меркулов В.В. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Мырзаханова А.Т. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: a.myrzakhanova@tttu.edu.kz
Николенко В.Д. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан, E-mail: v.nikolenko@tttu.edu.kz
Нуркенов О.А. – Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда, Казахстан
Ромазанов В.А. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Сагади М.Е. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан, E-mail: m.sagadi@tttu.edu.kz
Сейлханов Т.М. – Кокшетауский университет им. Ш.Уалиханова
Ситдикова Е.В. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан
Сыздықов А.К. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан, E-mail: ardak.syzdykov.96@inbox.ru
Тилеубаев А.М. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: a.tileubaev@tttu.edu.kz
Тлеулесова Г.С. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail.ru: g.tleulesova@tttu.edu.kz
Утегул А.С. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, E-mail: a.utegul@tttu.edu.kz
Фазылов С.Д. – Институт органического синтеза и углехимии РК
Хамитова Ш.А. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан, sha.khamitova@tttu.edu.kz
Хлебников А.И. –Томский политехнический университет, г. Томск, Российская Федерация
Цыба П.Л. – Карагандинский индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан, p.syba@tttu.edu.kz
Чернышева А.А. – Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан

Правила оформления и предоставления статей

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан
Карагандинский индустриальный университет

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

Уважаемые коллеги!

До **15 марта 2025 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. Скородянис; 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].

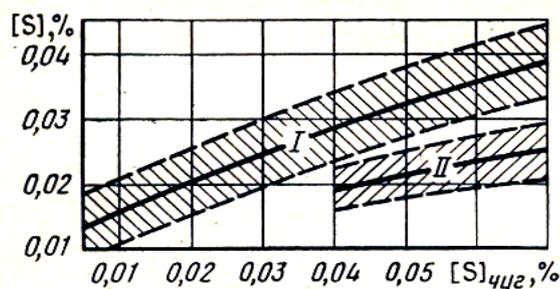
Методы и материалы

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

30.12.2024 ж. бастап басылып шығарылады. Пішімі 60×84 1/8. Кітап-журнал қағазы. Көлемі 21 шартты б.т. Таралымы 500 дана. Бағасы келісім бойынша. ЦТД ҚИУ. Тапсырыс № 3290. Индекс 74946.

Дата выхода 30.12.2024 г. Формат 60×84 1/8. Бумага книжно-журнальная. Объем 21 уч.-изд.л. Тираж 500 экз. Цена договор. ДЦТ КИУ. Заказ № 3290. Индекс 74946.
