C) Анткени бул температурада туз кристаллдары бири-бири менен реакцияга кирип, пленка пайда кылып, жолду ого бетер тайгак кылат. D) Анткени өтө төмөн температурада туз дөңгөлөктөрдүн таманына тоңуп, аларга зыян келтирет. Жооп:		эрибейт, демек, эритме буга чейин эле каныккан. Эгерде биз 34,4 г туздан аз эритсек, эритме каныкпаган болот. Каныккан эритме муздаганда, эриген заттын ашыкча бөлүгү пайда болот. Эгерде ал чөкпөсө, өтө каныккан эритме пайда болот. Бул процесстердин баары күнүмдүк турмушта жана өнөр жайда маанилүү.
1.2-тапшырма		
Баалоо критерийлери:		
Балл	**Критерийдин мазмуну**	**Балл**
1	Эгерде жооп туура болсо	**1**
0	Эгерде жооп туура эмес же жок болсо:	**0**

Корутунду. Мектептин табигый илимдер предметтери боюнча эксперименталдык изилдөө иштерин колдонуу аркылуу PISA тестирлөөсүнүн болжолдуу маселелерин чыгаруу окуучулардан кошумча адабияттар, интернет-ресурстар менен иштөөнү жана өз алдынча изденүүнү талап кылат. Ошол эле учурда мындай иштер физикалык түшүнүктөрдү калыптандырууда чоң мааниге ээ. Изденүү иштерин системалуу түрдө уюштуруу окуучулардын PISA тестирлөөсүндөгү татаалдыктын 5–6-деңгээлиндеги тапшырмаларды аткаруусуна олуттуу көмөк көрсөтөт.

Колдонулган адабияттар

1. Мамбетакунов, Э. Физиканы окутуу теориясы жана практикасы / Э. Мамбетакунов. - Бишкек, 2004.

2. Усова, А. В. Практикум по решению физических задач / А. В. Усова, Н. Н. Тулькибаева. - Москва : Просвещение, 1992.

3. Чыныбаев, Р. Р. Технология организации физического эксперимента по формированию понятия электропроводности жидкостей в средней и высшей школах / Р. Р. Чыныбаев, К. А. Джумабаев, Б. Тойгонбай уулу // Известия вузов Кыргызстана. - 2016. - № 5. - С. 175–177.

Рецензент: физика-математика илимдеринин кандидаты, доцент Садыкова Э.З.

УДК 666.972
DOI 10.58649/1694-9099-2026-2-544-549

Рыспаев Т.А., Цоц К., Осмоналиев К, Осконбаев М.Ч.
aZoz GmbH компаниясы, Венден шаары, Германия,
Жусуп Баласагын атындагы КУУ,
Ош мамлекеттик университети
Рыспаев Т.А.,[1] Цоц К.,[1] Осмоналиев К,[2] Осконбаев М.Ч.[3]
компания aZoz GmbH, Венден, Германия,[1]
КНУ имени Жусупа Баласагына,[2]
Ошский государственный университет[3]
Ryspaev T.A., Tsots K., Osmonaliev K., Oskonbaev M.Ch.

aZoz GmbH Company, Wenden, Germany,
KNU Jusup Balasagyn,
Osh State University

ORCID 0000-0003-4774-3365
ORCID 0009-0005-5753-4753

БЕТОНДО ЦЕМЕНТТИ ЖАРЫМ-ЖАРТЫЛАЙ АЛМАШТЫРУУ НАНОТЕХНОЛОГИЯСЫ
НАНОТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНЫ ЦЕМЕНТА В БЕТОНЕ
NANOTECHNOLOGY FOR PARTIAL REPLACEMENT OF CEMENT IN CONCRETE

Кыскача мүнөздөмө: Курулуш тармагында металлургиялык калдыктарды жана арзан минералдык чийки заттарды колдонуу аркылуу жаңы типтеги үнөмдүү курулуш материалдарын өндүрүү актуалдуу маселелердин бири болуп саналат. Бул изилдөөнүн максаты - бетондо цементти жарым-жартылай алмаштыруу үчүн металлургиялык шлактан өтө майда порошокторду алуу технологиясын иштеп чыгуу. Изилдөөдө алынган порошоктордун жана бетон үлгүлөрүнүн касиеттери талданды.

Аннотация: Использование металлургических отходов и дешевого минерального сырья в строительной отрасли для производства новых видов экономически эффективных строительных материалов является актуальной задачей. Цель данного исследования - разработка технологии получения ультрамелких порошков из металлургического шлака для частичной замены цемента в бетоне. В работе исследованы свойства полученных порошков и бетонных образцов.

Abstract: The use of metallurgical waste and low-cost mineral raw materials in the construction industry for the production of new types of cost-effective building materials is a relevant issue. The aim of this study is to develop a technology for producing ultrafine powders from metallurgical slag for the partial replacement of cement in concrete. The properties of the obtained powders and concrete samples were investigated.

Негизги сөздөр: цемент; бетон; шлак; инновация; бекемдик; наноактивация.
Ключевые слова: цемент; бетон; шлак; инновация; прочность; наноактивация.
Keywords: cement; concrete; slag; innovation; strength; nanoactivation.

Введение. Цемент является одним из основных материалов, используемых при строительстве зданий и сооружений, а также важнейшим компонентом бетона. Вместе с тем следует отметить, что производство цемента сопровождается выбросами пыли и других загрязняющих веществ, что негативно отражается на состоянии окружающей среды и здоровье населения. Кроме того, данный процесс связан со значительными выбросами углекислого газа (CO_2).

С 1995 г. мировое производство цемента существенно увеличилось, что во многом обусловлено экономическим ростом Китая и других азиатских стран (табл. 1, 2)

.

Таблица 1. Общая тенденция развития производства цемента в мире [1]

Год	Мировое производство цемента, млрд т	Основные страны – производители цемента
1995	1,4	Китай, США, Индия
2005	2,3	Китай, Индия, Турция
2015	3,9	Китай, Индия, Вьетнам
2024	4,1	Китай, Индия, Вьетнам, США, Турция

Как видно из таблиц 1 и 2, за последние 30 лет в мире произошёл значительный рост производства цемента. Данная тенденция сопровождается увеличением антропогенной нагрузки на окружающую среду и ростом выбросов углекислого газа (CO_2) [2; 3; 4].

Таблица 2. Рост производства цемента в отдельных странах [1; 2]

Страна	**Производство, млн т**	**Доля в мировом производстве цемента, %**
Китай	2150	≈52
Индия	410	≈10
Вьетнам	120	≈3
США	90	≈2
Турция	80	≈2
Другие страны	1250	≈31
В мире	≈4100	100

Одним из эффективных направлений снижения экологической нагрузки цементного производства является уменьшение доли цемента в составе бетона и строительных растворов путём его частичной замены различными минеральными материалами. В качестве таких заменителей могут использоваться вещества вулканического происхождения, топливная зола, сланец, глина, известь, пемза, а также гранулированный доменный шлак.

Цементы, содержащие активные минеральные добавки пуццоланового типа, относятся к пуццолановым портландцементам. Они применяются при изготовлении массивных бетонных конструкций, а также подземных и подводных сооружений, где к бетону предъявляются повышенные требования по водостойкости и водонепроницаемости.

Пуццолановый портландцемент имеет ряд недостатков, среди которых пониженная морозостойкость, невысокая воздухостойкость, значительная усадка, замедленное твердение и набор прочности, а также повышенная водопотребность. Поэтому для объектов, находящихся под переменным воздействием воды или резких регулярных перепадов температур, применение пуццоланового цемента является ограниченным. Кроме того, транспортировка такого цемента на большие расстояния может быть затруднена из-за потери свойств отдельных его компонентов.

В последнее время проводятся исследования, посвящённые частичной замене цемента в составе портландцемента добавками на основе яичной скорлупы, а также подбору оптимальной рецептуры бетона, модифицированного тонкомолотым порошком яичной скорлупы и другими аграрными и биологическими отходами [5; 6; 7; 8].

Из перечисленных выше пуццолановых добавок наибольший интерес для производства цемента представляет гранулированный доменный шлак (ГДШ), поскольку его использование эффективно как с экологической, так и с экономической точки зрения и позволяет утилизировать отходы металлургического производства. ГДШ начали применять с начала прошлого столетия при производстве шлакопортландцемента и портландцемента с минеральными добавками [9; 10; 11]. Около полувека назад в европейских странах начали выпускать отдельно молотый гранулированный доменный шлак (МГДШ), предназначенный для частичной замены портландцемента при производстве бетона, строительных растворов и сухих строительных смесей.

Несмотря на экологические и экономические преимущества ГДШ и МГДШ, данные материалы не получили широкого применения в производстве из-за низкой скорости твердения. Для ускорения твердения и гидратации обработанного шлака применяются различные способы, наиболее распространённым из которых является тепловая обработка при повышенных температурах около 90 °C. Однако такой способ приводит к существенному удорожанию продукции.

Целью данного исследования является разработка способа получения активированного молотого гранулированного доменного шлака (МГДШ) с нормальной или высокой скоростью твердения без применения тепловой обработки.

Высококинетическая обработка и наномасштабная активация. Активация МГДШ - важный этап, позволяющий шлаковым цементам обладать определённой реакционной способностью. Химическая активация приводит к непреднамеренным побочным реакциям, которые могут вызвать повреждения и коррозию бетона. Поэтому предпочтительна наноактивация, которая может быть достигнута за счёт высококинетической обработки с использованием высокоэнергетической горизонтальной вращающейся шаровой мельницы Simoloyer® фирмы Цоц. (Рис.1).



Рис.1. Мельница фирмы Цоц: Simoloyer® CM100

Высококинетическая обработка суммирует известные процессы механического легирования, высокоэнергетического измельчения и реактивного измельчения. Высокая кинетическая эффективность удара (> 50%) обусловлена максимальной относительной скоростью мелющих тел до 18 м·с -1 по сравнению с обычными шаровыми мельницами с < 6 м·с -1 . Конструкция Simoloyer® приводит к столкновению мелющих тел и порошка, а не к сдвигу и трению, как это известно в традиционных системах, работающих на каскадных и катарактных эффектах. Кроме того, обеспечивается низкое загрязнение инструментами и мелющими телами во время обработки. Высококинетическую обработку можно проводить как в стандартных условиях, так и в вакууме и инертном газе с помощью запатентованных систем воздушного шлюза, в условиях повышенной температуры и охлаждения.

Материалы, техника и методы. Типичный состав молотого гранулированного доменного шлака (МГДШ) включает в себя CaO (30-42%), SiO2 (35-38%), Al2O3 (10-18%), MgO (5-14), Fe2O3 (3-5%) и др. компонентов. В данной работе использовался МГДШ концерна Тиссен Крупп. Все названные материалы выше были обработаны в фирме Цоц (Германия) на её мельнице CM100 (рис. 1).

Результаты и обсуждение. Существенные различия в микроструктуре без обработки (рис. 2a) и с обработкой на оборудовании Цоц (рис. 2b) указывают на то, что определенные значения прочности на сжатие (рис. 3) обычного портландцемента, варьирующиеся от приблизительно 9,4 МПа через первый день могут быть превышены до 32 МПа через 28 дней. Обработанный материал (МГДШ) имеет прочность на сжатие 55 МПа через первый день и 102 МПа через 28 дней. Это приводит к тому, что прочность МГДШ более чем в три раза выше, чем соответствующее значение обычного материала.

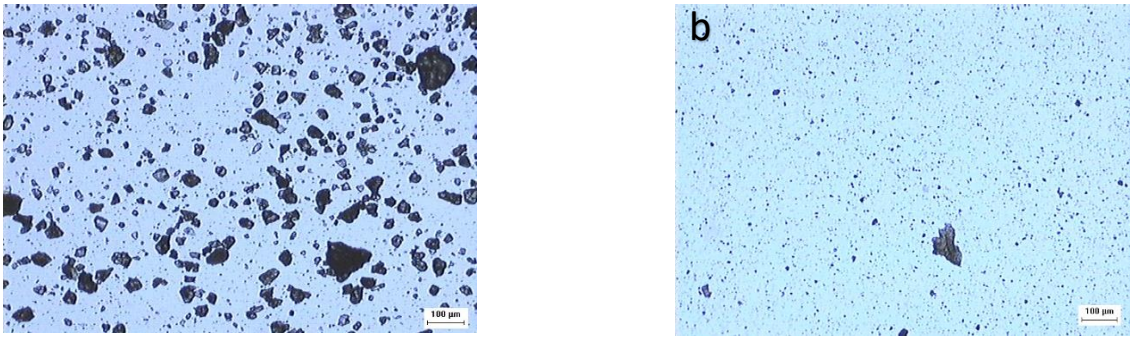


Рис. 2: Снимки микроструктуры: a-обычный портландцемент, b- МГДШ цемента.

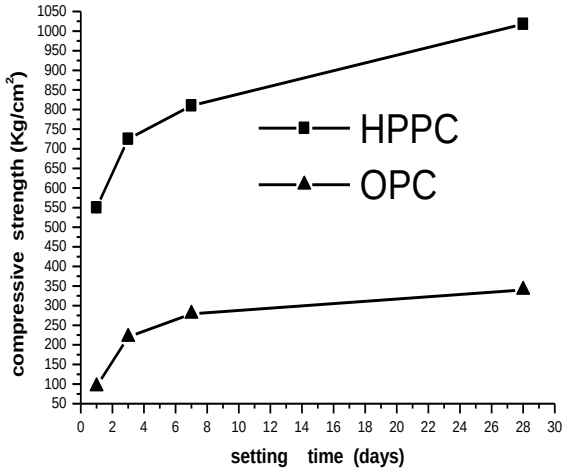


Рис. 3: Результаты прочности на сжатия: OPC-обычный портландцемент, HPPC- МГДШ цемент

Выводы.

1. Обработка металлургического шлака в патентованных мельницах компании aZoz GmbH позволяет измельчать частицы материала до наноуровня.
2. Прочность обработанного материала достигает 102 МПа через 28 суток твердения.
3. Прочность на сжатие активированного МГДШ более чем в три раза превышает соответствующий показатель обычного портландцемента.

Список использованной литературы

1. Niu L., Wu S., Andrew R.M., Shao Z., Wang J., Xi F. Global and national CO_2 uptake by cement carbonation from 1928 to 2024 // Earth System Science Data. – 2025. – Vol. 17. – P. 2231–2247. – DOI: 10.5194/essd-17-2231-2025.

2. Davis S.J., Lewis N.S., Shaner M., Aggarwal S., Arent D., Azevedo I.L. et al. Net-zero emissions energy systems // Science. – 2018. – Vol. 360. – Article eaas9793. – DOI: 10.1126/science.aas9793.

3. Andrew R.M. Global CO_2 emissions from cement production, 1928–2018 // Earth System Science Data. – 2019. – Vol. 11. – P. 1675–1710. – DOI: 10.5194/essd-11-1675-2019.

4. Dinga C.D., Wen Z. China's Green Deal: Can China's cement industry achieve carbon neutral emissions by 2060? // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2022. – Vol. 155. – Article 111931. – DOI: 10.1016/j.rser.2021.111931.

5. Никора Н.И. и др. Состав и свойства бетона с частичной заменой цемента порошком яичной скорлупы // FEFU: School of Engineering Bulletin. – 2025. – № 3(64). – С. 106–117. – DOI: 10.24866/2227-6858/2025-3/106-117.
6. Джусупова М.А., Талантбек К.А. Исследование структуры золы из рисовой шелухи и ее влияния на прочностные свойства мелкозернистого бетона // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2024. – № 2(70). – С. 527–531.
7. Алипур М., Окольникова Г.Э. Морозостойкость модифицированного высокопрочного бетона на основе промышленных и аграрных отходов // Инновации и инвестиции. – 2024. – № 6. – С. 554–558.
8. Стельмах С.А., Щербань Е.М., Паскачев А.Б., Ржевская Т.Г., Маилян Л.Д., Развеева И.Ф., Погребняк А.А. Опыт применения сельскохозяйственных отходов в бетонах для экологичных конструкций, зданий и сооружений // Цемент и его применение. – 2023. – № 5. – С. 52–54.
9. Saranya P., Nagarajan P., Shashikala A.P. Eco-friendly GGBS Concrete: A State-of-the-Art Review // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 330. – No. 1. – Article 012057.
10.Hawileh R.A. et al. Performance of reinforced concrete beams cast with different percentages of GGBS replacement to cement // Archives of Civil and Mechanical Engineering. – 2017. – Vol. 17. – No. 3. – P. 511–519.
11.Saluja S., Goyal S., Bhattacharjee B. Strength properties of roller compacted concrete containing GGBS as partial replacement of cement // Journal of Engineering Research. – 2019. – Vol. 7. – No. 1. – P. 1–17.

Рецензент: кандидат физико-математических наук, доцент Токтогонов С.А.

УДК 621. 325, 592 (575.2) (04)
DOI 10.58649/1694-9099-2026-2-549-555

Кадышев С.
Жусуп Баласагын атындагы КУУ
Кадышев С.
КНУ имени Жусупа Баласагына
S. Kadyshev
KNU Jusup Balasagyn

PbTe:Mn ЖАНА $Pb_{1-x}Ge_xTe$:Mn ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧТӨРҮНҮН ЭЛЕКТРДИК ЖАНА МАГНИТТИК КАСИЕТТЕРИНИН ИК - ЛАЗЕР НУРУНУН ТААСИРИНДЕ ӨЗГӨРҮҮЛӨРҮНҮН ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ PbTe:Mn И $Pb_{1-x}Ge_xTe$:Mn ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИК -ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

FEATURES OF CHANGES IN ELECTRICAL AND MAGNETIC PROPERTIES IN SEMICONDUCTORS PbTe:Mn AND $Pb_{1-x}Ge_xTe$:Mn UNDER THE INFLUENCE OF IR LASER RADIATION

Кыскача мүнөздөмө: PbTe:Mn жана $Pb_{1-x}Ge_xTe$:Mn жарым өткөргүчтөрүнүн электрдик касиеттери жана электрондук парамагниттик резонансы (ЭПР) матрицанын тунук аймагында ($\hbar\omega < Eg$) ИК лазердик нур менен нурдантууга чейин жана нурдантуудан кийин изилденген. PbTe:Mn кристаллдарынан айырмаланып, $Pb_{1-x}Ge_xTe$:Mn (x=0,03) кристаллдарында өткөрүмдүүлүк инверсиясынан кийин электрондордун концентрациясы төмөндөп, анын салыштырма электрдик каршылыгынын ρ(T) температуралык көз карандылыгынын 4,2°K < T< 30°K аймагында, б.а. T = 29°K