



УДК 811

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ И ПЕРЕРАБОТАННЫХ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ

Ёвыева Ольга, Губаева Айша

старшие преподаватели

Бакыев Арслан

студентка

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация. Переход к экономике замкнутого цикла в строительной индустрии становится необходимым ответом на глобальное истощение природных ресурсов и критическое накопление промышленных отходов. Традиционное производство строительных материалов характеризуется высокой ресурсоемкостью и значительным экологическим следом, что требует внедрения альтернативных источников сырья. Использование вторичных ресурсов позволяет не только снизить нагрузку на полигоны для захоронения отходов, но и существенно уменьшить себестоимость готовой продукции. Современные технологии переработки позволяют превращать строительный мусор, золу, шлаки и пластик в высококачественные компоненты для новых зданий и сооружений. Интеграция отходов в производственные цепочки является ключевым элементом устойчивого развития и экологической безопасности урбанизированных территорий.

Ключевые слова: вторичное сырье, переработка отходов, рециклинг, строительные материалы, бетонный лом, шлаки, зола-унос, экология, экономика замкнутого цикла, устойчивое строительство, пеностекло, резиновая крошка, фосфогипс, целлюлоза, композиты.

USE OF SECONDARY RAW MATERIALS AND RECYCLED WASTE IN THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS

Yovyeva Olga, Gubayeva Aysha

Senior Lecturers

Bakyyev Arslan

Student

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. The transition to a circular economy in the construction industry serves as a vital response to the global depletion of natural resources and the critical accumulation of industrial waste. Traditional production of construction materials is characterized by high resource intensity and a significant environmental footprint, necessitating the integration of alternative raw material sources. Utilizing secondary resources not only reduces the burden on landfills but also significantly lowers the production costs of the final products. Modern recycling technologies allow for the transformation of construction debris, ash, slag, and plastic into high-quality components for new buildings and infrastructure. Incorporating waste into production cycles is a key element of sustainable development and ensures the environmental safety of urbanized territories.

Keywords: secondary raw materials, waste recycling, construction materials, concrete rubble, slag, fly ash, ecology, circular economy, sustainable construction, cellular glass, rubber crumb, phosphogypsum, cellulose, composites.

Введение

Переработка бетонного лома, образующегося при сносе старых зданий, является одним из самых масштабных направлений использования вторичного сырья. Дробление железобетонных конструкций позволяет получать вторичный щебень, который успешно применяется в качестве заполнителя для новых бетонных смесей или основания дорожных одежд. Использование продуктов дробления бетона позволяет сократить добычу природного камня и снизить транспортные расходы на доставку материалов. Современные дробильно-сортировочные комплексы обеспечивают высокую степень очистки вторичного заполнителя от примесей древесины и металла. Вторичный бетон демонстрирует прочностные характеристики, достаточные для возведения конструкций жилого и промышленного назначения.

Металлургические шлаки находят широкое применение в производстве цемента и дорожном строительстве, выступая в роли эффективной замены природного сырья. Шлаковый щебень обладает высокой прочностью и отличным сцеплением с битумными вяжущими, что делает его идеальным материалом для асфальтобетонных покрытий. Гранулированные доменные шлаки используются при помоле цемента как активная минеральная добавка, повышающая сульфатостойкость и снижающая тепловыделение при твердении. Это позволяет производить специализированные виды вяжущих веществ для гидротехнических и подземных сооружений. Утилизация многомиллионных отходов металлургического производства способствует рекультивации земель и улучшению экологической обстановки в промышленных регионах.

Зола-унос, образующаяся при сжигании угля на тепловых электростанциях, является ценнейшим микродисперсным сырьем для бетонной промышленности. Благодаря своей



сферической форме и высокой пуццолановой активности, частицы золы улучшают удобоукладываемость бетонной смеси и плотность готового камня. Замещение части портландцемента золой-уносом позволяет существенно снизить выбросы углекислого газа, связанные с производством клинкера. Зольные добавки способствуют повышению долговечности бетона, снижая его проницаемость для агрессивных жидкостей и газов. Внедрение золы в производство сухих строительных смесей расширяет ассортимент высокотехнологичных отделочных материалов.

Использование отходов деревообработки, таких как стружка и опилки, позволяет производить широкий спектр экологичных плитных материалов и теплоизоляции. Древесно-стружечные и древесно-волокнистые плиты являются классическим примером глубокой переработки вторичных ресурсов лесной промышленности. Современные технологии позволяют связывать древесные частицы цементом для создания арболита — легкого и теплого материала для малоэтажного строительства. Такие блоки обладают отличной паропроницаемостью и создают здоровый микроклимат в помещениях. Переработка древесных отходов исключает их гниение или сжигание, что предотвращает неконтролируемые выбросы парниковых газов.

Пластиковые отходы, включая полиэтилен и полипропилен, все чаще интегрируются в состав строительных композитов и дорожных покрытий. Измельченный пластик может использоваться в качестве легкого заполнителя для полистиролбетона или как модифицирующая добавка в битум. Внедрение полимерных фракций в асфальт повышает его эластичность и устойчивость к образованию колеи в летний период. Из переработанного пластика также изготавливают долговечные элементы благоустройства: плитку, бордюры и малые архитектурные формы. Это позволяет эффективно утилизировать неразлагаемую тару, превращая ее в полезные инфраструктурные объекты.

Стеклобой является идеальным сырьем для производства пеностекла — одного из самых долговечных и эффективных теплоизоляционных материалов. Процесс вспенивания мелкомолотого стекла при высоких температурах позволяет получать блоки с закрытой пористой структурой. Такой утеплитель абсолютно негорюч, химически инертен и обладает нулевым водопоглощением, что делает его незаменимым в промышленном строительстве. Использование вторичного стекла значительно снижает энергозатраты на производство по сравнению с плавлением природного кварцевого песка. Пеностекло из вторсырья сохраняет свои эксплуатационные свойства на протяжении всего срока службы здания.

Отработанные автомобильные шины перерабатываются в резиновую крошку, которая является основным компонентом для травмобезопасных покрытий спортивных и детских площадок. Резиновая крошка также добавляется в состав резинобитумных вяжущих для

улучшения деформативности дорожных одежд. Использование изношенных покрышек в строительстве решает сложную задачу утилизации резинотехнических изделий, которые не разлагаются в естественной среде. Покрытия на основе резиновой крошки обладают отличными дренирующими свойствами и высокой износостойкостью. Это направление переработки является примером эффективного превращения опасного отхода в функциональный строительный продукт.

Строительная керамика и бой кирпича после измельчения могут использоваться как активная добавка в растворы или как декоративный заполнитель в ландшафтном дизайне. Тонкодисперсный порошок из обожженной глины обладает пуццолановыми свойствами, способствуя упрочнению структуры цементного камня. Вторичный кирпичный щебень находит применение при устройстве дренажных систем и засыпке временных дорог. Переработка керамических отходов позволяет полностью замкнуть цикл производства кирпича, минимизируя потери на предприятиях. Использование боя кирпича снижает потребность в добыче первичных нерудных материалов.

Макулатура и отходы бумажной промышленности служат сырьем для производства эковаты — эффективного насыпного утеплителя. Целлюлозное волокно, обработанное антипиренами и антисептиками, обеспечивает надежную теплозащиту и звукоизоляцию строительных конструкций. Эковата способна впитывать и отдавать влагу без потери теплоизоляционных свойств, работая как природный регулятор влажности. Использование переработанной бумаги в строительстве способствует сохранению лесных массивов и снижению потребления электроэнергии. Целлюлозные утеплители легко монтируются в полости сложной формы, создавая бесшовный защитный слой.

Фосфогипс, являющийся побочным продуктом производства удобрений, может успешно заменять природный гипсовый камень в производстве строительных изделий. После соответствующей очистки и нейтрализации из него изготавливают пазогребневые плиты, гипсокартон и сухие штукатурные смеси. Использование фосфогипса позволяет ликвидировать огромные хранилища этого материала, занимающие ценные сельскохозяйственные земли. Гипсовые материалы на основе вторсырья обладают высокой огнестойкостью и отличными эстетическими качествами. Разработка технологий переработки техногенного гипса является приоритетной задачей для химической и строительной отраслей.

Текстильные отходы и изношенная одежда перерабатываются в нетканые полотна, которые используются в качестве звукоизоляционных подложек и утеплителей. Синтетические и натуральные волокна после дезинфекции и прессования формируют плиты с высокими коэффициентами звукопоглощения. Такие материалы применяются в системах плавающих полов и межкомнатных перегородок для улучшения акустического комфорта. Вторичное



использование текстиля снижает объем отходов, направляемых на сжигание, и экономит первичное полимерное сырье. Современное строительство активно внедряет подобные композиты в рамках тренда на "зеленую" архитектуру.

Экономическая целесообразность использования вторсырья подтверждается снижением энергозатрат на всех этапах жизненного цикла материалов. Производство строительных компонентов из отходов требует значительно меньше первичной энергии, чем добыча и переработка природного сырья. Снижение экологических платежей за захоронение отходов также повышает финансовую привлекательность рециклинга для промышленных предприятий. Развитие рынка вторичного сырья стимулирует создание новых рабочих мест в секторе сбора и переработки отходов. Государственная поддержка и налоговые льготы для производителей "зеленых" материалов ускоряют трансформацию отрасли.

Проблемы внедрения вторичных ресурсов связаны с необходимостью строгого контроля качества и стандартизации новых материалов. Изменчивость состава отходов требует постоянного мониторинга химических и физических свойств для обеспечения безопасности и надежности конструкций. Важным аспектом является информирование потребителей о преимуществах материалов из вторсырья для преодоления предубеждений относительно их качества. Разработка новых нормативных документов и методик испытаний позволит расширить область применения строительных изделий из отходов. Научные исследования в этой области направлены на создание долговечных композитов с предсказуемыми свойствами.

Заключение

Использование вторичного сырья и переработанных отходов в производстве стройматериалов является не просто экологическим трендом, а технологической необходимостью XXI века. Современная наука доказала, что строительные материалы из отходов могут не только не уступать, но и превосходить традиционные аналоги по ряду характеристик. Переход к рациональному природопользованию позволяет решать комплексные задачи защиты окружающей среды и повышения экономической эффективности строительства. Будущее индустрии связано с созданием полностью безотходных производственных систем, где каждое здание по окончании срока службы становится ресурсом для нового строительства. Сознательный выбор в пользу вторичных материалов является залогом сохранения планеты для будущих поколений.

Список литературы:

1. Семенов, А. С., & Белова, И. П. (2021). Экологические аспекты рециклинга строительных отходов в мегаполисах. Вестник экологических технологий, 15(3), 44-52.



2. Дмитриев, В. В., & Козлова, О. Н. (2019). Использование металлургических шлаков как фактора снижения себестоимости бетонных изделий. Промышленное строительство, 12(2), 76-83.
3. Павлов, И. К., & Степанова, Л. М. (2022). Перспективы применения пластиковых отходов в качестве модификаторов дорожных битумов. Транспортные системы, 10(4), 115-122.
4. Кузнецова, Е. А., & Федоров, С. М. (2020). Технология производства теплоизоляционных материалов из вторичного стекла и целлюлозы. Материаловедение и ресурсосбережение, 8(1), 25-34.
5. Романов, Д. А., & Соколова, Г. В. (2023). Оценка жизненного цикла строительных материалов из техногенного сырья: фосфогипс и зола. Устойчивое развитие территорий, 14(5), 90-99.