

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 2 (2023)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/SWLL9958>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

***А. Н. Жаканов**

Евразийский национальный университет имени
Л. Н. Гумилёва, Республика Казахстан, г. Астана

*e-mail: zhakanov888@mail.ru

ПРИРОДНЫЕ ПОРИСТЫЕ ЗАПОЛНИТЕЛИ ЛЕГКОГО БЕТОНА

Статья посвящена исследованию в области применения различных компонентов в качестве заполнителя для легких бетонов. На сегодняшний день использование современных технологий способствовало росту популярности легких бетонов. Легкий бетон представляет широкий спектр характеристик, которые обеспечивают технический рычаг по сравнению с традиционными конструкциями, адаптивностью и устойчивостью.

Согласно современным требованиям, предъявляемым к энергоэффективным зданиям и сооружениям, появляется спрос на легкие бетоны на пористых заполнителях. Основные свойства легких бетонов напрямую зависят от качественных характеристик используемых заполнителей.

В данной статье изучены аспекты применения легких бетонов с различными заполнителями, представлены результаты исследований трудов ученых по данной тематике.

В работе приведены физико-механические характеристики природных пористых горелых пород, в том числе – глиежей, которые обусловлены условием их образования – природной термической обработкой и возможностью использования их в легких бетонах. С развитием научно-технического прогресса доля пористых заполнителей по сравнению с плотным будет повышаться, что отразится на решении экологической проблемы и подтвердит преимущества легкого бетона.

По итогам исследования сделаны выводы о перспективности развития легких бетонов с различными компонентами с учетом экономических и экологических преимуществ.

Ключевые слова: горелые породы, глиеж, пористый заполнитель, легкие бетоны, отходы производства.

Введение

В современном строительстве существует актуальность поиска альтернативных материалов и технологий, направленных на возможность расширения существующей сырьевой базы и производства новых пористых заполнителей, позволяющих получать легкие бетоны средней плотностью 400–800 кг/м³.

Расширение применения дешевых и качественных пористых заполнителей, в том числе природных для легкобетонных конструкций в современном строительстве принесет большой экономический эффект и станет одним из основных путей снижения затрат в капитальном строительстве, что обуславливает актуальность темы исследования.

Использование легких бетонов позволяет снизить массу бетонных и железобетонных конструкций, укрупнить монтируемые сборные элементы зданий и сооружений, улучшить теплотехнические и акустические показатели зданий и сооружений, уменьшить транспортно-монтажные расходы и стоимость строительства [1].

Изделия из легких бетонов получили широкое применение в практике сельского строительства, как в ближнем, так и дальнем зарубежье. В Болгарии, Венгрии, Польше Чехословакии и других странах получило развитие сборное строительство из легкобетонных крупноразмерных элементов (коровники, птичники и т.д.).

В США, Англии, Канаде, Швеции, Дании и др. странах легкие бетоны применяются в основном при производстве камней в монолитных сооружениях, частично для сборного строительства. В США более 80 % объема стеновых материалов составляют бетонные камни. В Англии основными материалами для производства камней из легких бетонов являются топливные и отвальные доменные шлаки. Средняя плотность таких бетонов 800–1000 кг/м³, марка -50.

Необходимость применения в строительстве природных пористых заполнителей для легкого бетона объясняется их преимуществами. Они являются легкими, имеют хорошее сцепление с цементным камнем, пылевидная часть химически активна в отношении цементов, а пористые разности, кроме того, способны создавать в бетоне эффект самовакуумирования [2].

Материалы и методы

Бетон и железобетон являются ведущими строительными материалами, поэтому в современных условиях повышается актуальность вопроса применения природных пористых заполнителей для легкого бетона.

Преимущества легкого бетона на природных пористых заполнителях дают возможность утверждать об эффективности и рациональности использования материальных ресурсов в виде отходов производства для изготовления данного строительного материала. В свою очередь, использование отходов производства позволяет не только удовлетворить потребность в местных дешевых заполнителях, но и решить проблемы утилизации отходов, то есть экологические проблемы.

В связи с этим, использование местного сырья и промышленных отходов в производстве строительных материалов и конструкций является важной задачей народного хозяйства.

В статье использованы общенаучные методы от абстрактного к конкретному, синтеза и теоретического обобщения, индукции, дедукции, системного анализа.

Теоретической и методологической основой статьи являются работы отечественных и зарубежных ученых по вопросам эффективности и рационального применения легких бетонов на природных пористых заполнителях, в том числе из местного сырья и отходов производства.

Результаты и обсуждение

Одним из источников сырьевой базы для производства нерудных строительных материалов являются горелые породы.

Щебень и песок из горелых пород, по зерновому составу, прочности, морозостойкости, форме зерен щебня, содержанию глинистых и засоряющих примесей, а также по вредным примесям должны соответствовать требованиям ГОСТ 24100-80 к нерудным материалам из природного сырья. Добавочные требования к горелым породам как заполнителям изложены в ТУ 5711 -001 -02070105-2002 и ТУ 5711-002-0207105-2008.

Горелые породы достаточно дешевы и доступны.

Природная термическая обработка горелых пород является тем фактором, от которого зависит их активность.

Текстура горелых пород может быть сланцевой, кусковой, глыбообразной, но не должна быть рыхло-сыпучей, землистой [3,4].

О степени обжига горелых пород можно оценить по окраске, прочности, данным термического анализа, а также по водопоглощению, аналогично оценке степени спекаемости керамического черепка. Горелые породы, имеющие водопоглощение от 5 до 10 % процентов относятся к умеренно обожженным, а при водопоглощении менее 5 %-к хорошо обожженным.

Химический и минеральный состав горных пород взаимосвязаны. Высокое содержание кремнезема объясняется присутствием его в свободной форме в виде кварца, а также связанного в алюмосиликаты различного состава (каолинит, слюда, полевые шпаты и др.). Железо в породах представлено дисульфидом (пирит, марказит), сидеритом или смесью этих минералов. Наличие щелочей объясняется разложением полевого шпата и слюд, а триоксида серы – разложением сульфатов и окислением пирита. Алюминий, как и кремний, сосредоточен в виде различных неорганических кислородных соединений [4].

– образование расплава (стеклофазы преимущественно мелитового состава) и кристаллизация новых фаз – магнетита, кристобаллита, корунда (950-1200 °С) [4].

При самообжиге шахтных пород происходят сложные преобразования:

- удаление адсорбированной влаги (120–160 °С);
- деструкция (250–500 °С);
- окисление и выгорание органических веществ (300–1000 °С);
- диссоциация и окисление сульфидов железа (300–500 °С);
- диссоциация карбонатов железа (500–700 °С), кальция и магния (700–850 °С);
- ступенчатая дегидратация и аморфизация глинистых минералов (550–900 °С);

– кристаллизация вновь образующихся соединений (муллит, силлиманит, гематит, шпинель), а также их взаимодействие друг с другом или с оксидами с образованием с образованием силикатов и алюмосиликатов (980–1200 °С);

– образование расплава (стеклофазы преимущественно мелитового состава) и кристаллизация новых фаз - магнетита, кристобаллита, корунда (950–1200 °С) [4].

Автором отмечено [5], что горелая порода является перспективным заполнителем для применения в легких бетонах. При физическом и химическом выветривании пород происходит изменение их крупности за счет диспергирования и разрушения химически неустойчивых минералов. В результате термического

воздействия различной интенсивности и неравномерного распределения образуются породы различной степени измененности: обожженные, горелые, переплавленные и породы, прокаленные в среде близкой к восстановительной.

В работе [6] авторами было установлено, что в минеральном составе горелых пород содержатся кварц, глинистые минералы, представленные гидрослюда с примесью каолинита и хлорита, карбонат в виде пирита, марказита, гематита. Встречаются полевые шпаты, модификации кристаллического кремнезема – тридимит, кристобалит. Стекловидная фаза представлена стеклом в основном из мелинитового стекла.

В работе [7] автором представлены результаты испытаний, использование в конструкционном бетоне легкого заполнителя, который производится из горелых пород. Цементная масса породы сложена бурым пелитовым материалом, обожженным и частично остеклованным. В цементе наблюдаются одиночные зерна вторичного карбоната, бурые пленки гидроксидов железа. В результате процессов метаморфизации цементирующая составляющая превращается в плотный агрегат, облегчающий материал породы и значительной степени скрадывающий контуры обломков.

В работе [8] авторами рассмотрены вопросы получения легкого высокопрочного бетона. Текстуры и структуры пород разнообразны. Можно выделить следующие основные текстуры: плотные, ноздреватые, шлаковидная, брекчиевидные. Присутствуют пористые и вспученные, агрегированные слоистые и плотносцементированные породы.

В работе [9] авторами изучены вопросы модифицирования поверхности пористых заполнителей для обеспечения надежной совместной работы в бетоне компонентов с резко различными упруго-пластичными свойствами. Предложен легкий бетон с использованием в качестве пористых заполнителей из горелых пород.

Химический состав горелых пород %: SiO_2 -71,12-85-29; Al_2O_3 -5,78-21,44; Fe_2O_3 -2,25-3,15; CaO -0,28-0,4; MgO -0,79-1,06; SO_1 -0,16-1,01; п.п.п. -1,04-1,01.

Минералогический состав – кремнеземистые железистые [9].

Испытание заполнителя проводилось согласно ГОСТ 9758-2012 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний».

Физико-механические свойства испытуемого глиежа: истинная плотность 2,61 г/см³; средняя плотность 2,32 г/см³; насыпная плотность 1,27 г/см³; пустотность 44,8 %; пористость 15 %; водопоглощение 4,64 %; Др 16,68; марка щебня 600; влажность 0,3 %. Твердость по шкале Мооса 4,5; Мрз 75 циклов.

Достаточно высокая адгезионная прочность (2,6–2,8) цемента к поверхности глиежа [10].

Известен состав легкого бетона на основе техногенных отходов конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона для ограждающих конструкций. Технический результат – понижение плотности и теплопроводности легких бетонов для ограждающих конструкций. Легкий бетон, включающий цемент, полые микросферы золу-уноса и воду, содержит в качестве полых микросфер полые микросферы – компонент золошлаковых смесей - отходы ГРЭС при следующем

соотношении, масс. %: цемент 25,4 – 30,9, зола-уноса 6,2 – 13,1, указанные микросферы 35,3 – 41,1, вода – остальное. Введение микросферы – компонента золошлаковых смесей – отхода ГРЭС в качестве заполнителя – позволяет значительно повысить прочность легкого бетона и понизить его теплопроводность, снизить себестоимость легкого бетона [11].

Выводы

– использование в технологии бетона эффективных модификаторов, влияющих на его структуру и свойства позволяют существенно повысить эксплуатационные свойства последних и получить новые перспективные виды;

– исследуемый глиеж характеризуется высоким содержанием железа, что обуславливает ровную ярко красную окраску, сланцевой сложной структурой;

– по химическому составу глиеж относится к активным породам (глинисто-железистым модуль $M=0,5 \leq 0,45$;

– порода характеризуется легкой размалываемой способностью (до полного прохождения через сито 0,63, время размалывания 3 ч. 10 мин.);

– физико-механические испытания глиежевых заполнителей делает возможным использовать их в легких бетонах:

– отходы производства или побочные продукты промышленности могут служить в качестве природного заполнителя и быть источником для разработки технологии получения новых строительных материалов с высокими эксплуатационными свойствами, что положительно отразится на конечной стоимости легкого бетона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Ахматов, М. А.** Эффективность применения легких бетонов и железобетонных конструкций на заполнителях из каменных отходов и рыхлых пористых пород вулканического происхождения : дисс. на соиск. степ. д-ра техн. наук по 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения [Текст]. – Нальчик, 1999. – 513 с.

2 **Симонов, М. З.** Основы технологии легких бетонов [Текст]. – М. : Стройиздат, 1973. – 584 с.

3 **Книгина, Г. И.** Строительные материалы из горелых пород [Текст]. – М. : Стройиздат, 1966. – 207 с.

4 **Буравчук, Н. И.** Ресурсосбережение в технологии строительных материалов : учеб. пособие [Текст]. – Ростов н/Д. : ЮФУ, 2009. – 224 с.

5 **Попов, М. Ю.** Легкий бетон на основе гранулированного пеностекла: автореф. дисс. на соиск. степ. канд. техн. наук. по 05.23.05 – Строительные материалы и изделия [Текст] – Иваново, 2015. – 20 с.

6 **Семейных, Н. С., Сопегин, Г. В., Федосеев, А. В.** Оценка физико-механических свойств пористых заполнителей для легких бетонов [Текст] // Вестник МГСУ. – 2018. – № 2(113). – Т. 13. – С. 203–212.

7 **Канцельский, И. С.** Глиеж, как активная минеральная добавка [Текст]. – Ташкент. : изд-во АН УзССР, 1957. – 22 с.

8 **Урханова, Л. А., Ефременко, А. С.** Модифицированный легкий бетон в Иркутской области [Текст] // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2011. – № 1(1). – С. 137–141.

9 **Береговой, В. А., Сорокин, Д. С.** Модификация поверхности растительных заполнителей для легких бетонов [Текст] // Приволжский научный вестник – 2015. – № 5-1 (45). – С.74–76.

10 ГОСТ 9758-2012. Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний [Текст] – М. : Стандартиформ, 2014. – 67с.

11 **Рахимов, А. М.** Модифицированные бетоны с использованием техногенных отходов и конструкции на их основе: дисс. на соиск. степ. д-ра филос. (PhD) по 6D073000 – Производство строительных материалов, изделий и конструкций [Текст] – Караганда, 2019. – 157 с.

REFERENCES

1 **Ahmatov, M. A.** E`ffektivnost` primeneniya legkix betonov i zhelezobetonny`x konstrukcij na zapolnitelyax iz kamenny`x otvodov i ry`xly`x poristy`x porod vulkanicheskogo proisxozhdeniya : dissertaciya na soiskanie stepeni doctora texnicheskix nauk po specialnosti 05.23.01 – Stroitel`ny`e konstrukcii, zdaniya i sooruzheniya [The effectiveness of the use of lightweight concrete and reinforced concrete structures on aggregates from stone waste and loose porous rocks of volcanic origin : dissertation for the degree of doctor of technical sciences in the specialty 05.23.01 – Building structures, buildings and structures] [Text]. – NaI`chik, 1999. – 513 p.

2 **Simonov, M. Z.** Osnovy` texnologii legkix betonov [Fundamentals of lightweight concrete technology] [Text]. – Moscow : Strojizdat, 1973. – 584 p.

3 **Knigina, G. I.** Stroitel`ny`e materialy` iz gorely`x porod [Building materials from burnt rocks] [Text]. – Moscow: Strojizdat, 1966. – 207 p.

4 **Buravchuk, N. I.** Resursosberezhenie v texnologii stroitel`ny`x materialov : ucheb. posobie [Resource saving in the technology of building materials : textbook] [Text]. – Rostov n/D. : YuFU, 2009. – 224 p.

5 **Попов, М. Ю.** Legkij beton na osnove granulirovannogo penostekla : avtoreferat dissertacii na soiskanie stepeni kandidata texnicheskix nauk in the specialty 05.23.05 – Stroitel`ny`e materialy` i izdeliya. [Lightweight concrete based on granulated foam glass: abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.23.05 - Building materials and products] [Text]. – Ivanovo, 2015. – 20 p.

6 **Semejny`x, N. S., Sopegin, G. V., Fedoseev, A. V.** Ocenka fiziko-mexanicheskix svojstv poristy`x zapolnitelej dlya legkix betonov [Assessment of the physical and mechanical properties of porous aggregates for lightweight concrete] [Text]. Vestnik MGSU. – 2018. – № 2(113). – Т. 13. – Р. 203–212.

7 **Канцпол`ский, I. S.** Gliexh, kak aktivnaya mineral`naya dobavka [Gliexh as an active mineral supplement] [Text]. – Tashkent : izd-vo AN UzSSr, 1957. – 22 p.

8 **Urxanova, L. A., Efremenko, A. S.** Modificirovanny`j legkij beton v Irkutskoj oblasti [Modified lightweight concrete in the Irkutsk region] [Text]. Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel`stvo. Nedvizhimost`. – 2011. – № 1(1). – P. 137–141.

9 **Beregovoj, V. A., Sorokin, D. S.** Modifikaciya poverxnosti rastitel`ny`x zapolnitelej dlya legkix betonov [Modification of the surface of vegetable aggregates for lightweight concrete] [Text]. Privolzhskij nauchny`j vestnik – 2015. – № 5-1 (45). – P.74–76.

10 GOST 9758-2012. Zapolniteli poristy`e neorganicheskie dlya stroitel`ny`x работ. Metody` ispy`tanij [GOST 9758-2012. Porous inorganic fillers for construction works. Test methods] [Text] – MOSCOW : Standartinform, 2014. – 67 p.

11 **Raximov, A. M.** Modificirovanny`e betony` s ispol`zovaniem texnogenny`x otxodov i konstrukcii na ix osnove: dissertaciya na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D073000 – Proizvodstvo stroitel`ny`x materialov, izdelij i konstrukcij. [Modified concrete with the use of man-made waste and construction based on ikh osnove: dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D073000 – Production of construction materials, products and structures] [Text] – Karaganda, 2019. – 157 p.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

***А. Н. Жаканов**

Л. Н. Гумилёв атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

ТАБИҒИ КЕУЕКТІ ЖЕҢІЛ БЕТОН ТОЛТЫРҒЫШТАРЫ

Мақала әртүрлі компоненттерді толтырғыштар ретінде жеңіл бетондарда пайдалану саласындағы зерттеулерге арналған. Бүгінгі таңда заманауи технологияларды қолдану жеңіл бетондардың танымалдылығының артуына ықпал етті. Жеңіл бетон дәстүрлі конструкциялармен, бейімделгіштікпен және тұрақтылықпен салыстырғанда техникалық тұтқаны қамтамасыз ететін сипаттамалардың кең ауқымын ұсынады.

Қазіргі заманғы талаптарға сәйкес энергия жағынан тиімді гимараттар мен құрылыстарға кеуекті толтырғыштары бар жеңіл бетондарға сұраныс пайда болады. Жеңіл бетондардың негізгі қасиеттері қолданылатын толтырғыштардың сапалық сипаттамаларына тікелей байланысты.

Бұл мақалада әртүрлі толтырғыштары бар жеңіл бетондарды қолдану аспектілері зерттеліп, осы тақырып бойынша ғалымдардың еңбектерін зерттеу нәтижелері ұсынылды.

Жұмыста табиғи кеуекті күйдірілген тау жыныстардың, оның ішінде глиеждердің физикалық – механикалық сипаттамалары, олардың пайда болу жағдайына байланысты – табиғи термиялық өңдеуі және оларды жеңіл бетондарда қолдану мүмкіндігі келтірілген.

Ғылыми-техникалық прогресс дамуымен кеуекті толтырғыштардың үлесі тығыз толтырғыштармен салыстырғанда жоғарылайды, бұл экологиялық мәселелерді шешуге әсер етеді және жеңіл бетондардың артықшылықтарын растайды.

Зерттеу нәтижелері бойынша экономикалық және экологиялық артықшылықтарды ескере отырып, әртүрлі компоненттері бар жеңіл бетондардың даму перспективалары туралы қорытындылар жасалды.

Кілтті сөздер: күйдірілген тау жыныстары, глиеж, кеуекті толтырғыш, жеңіл бетондар, өндіріс қалдықтары.

***A. N. Zhakanov**

L. N. Gumilev Eurasian National University,

Republic of Kazakhstan, Astana.

Material received on 01.06.23.

NATURAL POROUS AGGREGATES OF LIGHTWEIGHT CONCRETE

The article is devoted to research in the field of application of various components as a filler for light concrete. To date, the use of modern technologies has contributed to the growing popularity of lightweight concrete. Lightweight concrete represents a wide range of characteristics that provide technical leverage compared to traditional structures, adaptability and stability.

According to modern requirements for energy-efficient buildings and structures, there is a demand for lightweight concrete on porous aggregates. Basic properties of light concrete they directly depend on the qualitative characteristics of the fillers used.

This article examines the aspects of the use of lightweight concrete with various aggregates, presents the results of research on the works of scientists on this topic.

The paper presents the physical and mechanical characteristics of natural porous burnt rocks, including deposits, which are conditioned by the condition of their formation – natural heat treatment and the possibility of using them in light concrete. With the development of scientific and technological progress, the proportion of porous aggregates compared to

dense ones will increase, which will affect the solution of the environmental problem and confirm the advantages of light concrete.

Based on the results of the study, conclusions were drawn about the prospects for the development of lightweight concretes with various components, taking into account economic and environmental advantages.

Keywords: burnt rocks, gliezh, porous aggregate, industrial lightweight concrete, waste.

Теруге 01.06.23 ж. жіберілді. Басуға 26.06.23 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Mb RAM

Шартты баспа табағы 14,79. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4087

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

nitk.tou.edu.kz