МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКИЙ АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ЖАНГИР ХАНА

ZHANGIR KHAN UNIVERSITY

С.А. Монтаев

Перспективная технология производства искусственного щебня (термолита) на основе кремнистой породы-опоки Западного Казахстана

Монография

Уральск
2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКИЙ АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ЖАНГИР ХАНА

С.А. Монтаев

Перспективная технология производства искусственного щебня (термолита) на основе кремнистой породы-опоки Западного Казахстана

Монография

Уральск
2022

УДК 622.35.095
ББК 38.3
М 77

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
Рекомендовано к печати Ученым Советом Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана
(протокол №2 от 30.09.2022 г.)

Рецензенты: М.Т. Жугинисов, д.т.н., профессор, КазНИТУ им. К. Сатпаева
Б. Н. Нуралин, д.т.н., профессор, ЗКАТУ им. Жангир хана

Монтаев С.А.

М77 Перспективная технология производства искусственного щебня (термолита) на основе кремнистой породы-опоки Западного Казахстана: Монография/ С.А. Монтаев – Уральск: ЗКАТУ имени Жангир хана, 2022. – 122 с.

ISBN 978-601-319-360-1

В монографии представлены результаты исследований по разработке эффективной технологии производства искусственного щебня (термолита) на основе кремнистой породы – опоки Западного Казахстана. Проведены комплексные исследования по изучению физико-механических и химико-минералогических характеристик опоки Таскалинского месторождения Западно-Казахстанской области. Разработана эффективная технология производства искусственного щебня (термолита), отличающиеся высокой прочностью, легкостью и обладающие теплоизоляционными свойствами.

Установлены основные закономерности изменения физико-механических свойств готового продукта от температуры обжига.

Значительное внимание уделено исследованию фазовых и химических превращений, протекающих при термической обработке кремнистой породы – опоки. Впервые в Казахстане представлены результаты опытно - промышленных испытании по производству искусственного щебня (термолита) на базе АО «Западно – Казахстанской корпорации строительных материалов»

Монография предназначена для научных работников и специалистов, научно-исследовательских и проектных организации и предприятий промышленности строительных материалов, преподавателей, магистрантов, докторантов и студентов строительных специальностей.

УДК 622.35.095
ББК 38.3

ISBN 978-601-319-360-1

© Монтаев С.А., 2022
© НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5
Глава 1. Анализ и перспективы развития производства искусственных заполнителей..... **7**
1.1. Задачи и основы производства искусственных заполнителей..... 7
1.2. Аналитический обзор научных работ строительных материалов на основе кремнистых пород - опок..... 11
1.2.1. Технологии пористых заполнителей..... 13
1.2.2. Теплоизоляционные материалы..... 14
1.2.3. Стеновые керамические изделия..... 14
1.2.4. Распространенность кремнистых пород – опок на территории СНГ и Казахстана 17
Глава 2. Методология и методы проведения исследований..... **24**
2.1. Анализ проблем и обоснование выбора направления исследования..... 25
2.2. Критерии и выбор объектов исследований..... 27
2.2.1. Изучение химико-минералогического состава..... 28
2.2.2 Лабораторно-технологические испытания..... 32
Глава 3. Изучение вещественного состава и керамических свойств опок..... **35**
3.1. Химический состав и электронно-микроскопические исследования..... 35
3.2. Минералогический состав..... 39
3.2.1. Петрографические исследования..... 39
3.2.2. Рентгенофазовый анализ..... 41
3.2.3. Дифференциально-термический анализ..... 43
3.3. Исследование дообжиговых керамических свойств..... 45
3.3.1. Гранулометрический состав..... 45
3.3.2. Сушильные свойства..... 47
Глава 4. Исследование обжиговых керамических свойств опоки **49**
4.1. Определение конкретных режимов термоподготовки сырцовых фракций 49
4.2. Определение конкретных режимов скорости подъема температуры и конкретных режимов скоростного обжига сырцовых фракций 50
Глава 5. Инновационный технологический способ получения искусственного щебня (термолита). Примеры и варианты **52**
5.1 Фазовые превращения, происходящие при термообработке кремнистой породы – опоки 58

Глава 6. Реализация результатов исследований по производству искусственного щебня на основе опок ... 61
6.1 Разработка технологической схемы производства искусственного щебня на основе местных сырьевых материалов 61
6.1.1 Адаптация результатов лабораторных исследований кремнистой породы – опоки, для промышленного освоения 61
Глава 7 Промышленные испытание разработанной технологии производства искусственного щебня (термолита) на базе АО «Западно – Казахстанская корпорация строительных материалов» 64
7.1 Отбор, подготовка и доставка кремнистой породы – опоки 64
7.2. Обжиг кремнистой породы – опоки во вращающей обжиговой печи 67
7.3 Работы по проведению процессов рассева по фракциям опытно-промышленной партии искусственного щебня (термолита)..... 69
7.4 Сертификация опытно-промышленной партии искусственного щебня (термолита) 72
7.5 Проведение испытаний по определению физико-механических свойств искусственного щебня (термолита) в аккредитованных лабораториях 73
Глава 8 Результаты внедрения искусственного щебня (термолита) в производство 77
8.1 Использование искусственного щебня (термолита) в составе дорожной конструкции и асфальтобетона для строительства автомобильных дорог 79
8.2 Производство опытно – промышленной партии бетонных изделий на основе искусственного щебня (термолита) ... 80
8.3 Соблюдение требований плана управления охраны окружающей среды (ПУООС) 86
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ..... 88
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... 90
ПРИЛОЖЕНИЯ..... 95

ВВЕДЕНИЕ

Успешное развитие стройиндустрии неразрывно связано с производством эффективных строительных материалов. Важнейшими мероприятиями, повышающими эффективность строительных материалов получаемых по технологии керамики являются: снижение плотности и теплопроводности за счёт увеличения пористости черепка и пустотности изделий; повышение механических показателей; ускорение технологического процесса и снижение производственных затрат.

Одним из сдерживающих факторов развития промышленности керамических материалов является сырьевая база. Большинство заводов, особенно на Западе Казахстана, испытывают по ряду причин трудности именно с сырьём. Во первых, большая часть качественного глинистого сырья для получения керамических материалов уже выработана. Предприятиям приходится использовать сырьё, обладающее неудовлетворительными керамическими свойствами, содержащее карбонатные, сернистые примеси.

Одним из ключевых мест в строительстве здании и сооружении а также при строительстве автомобильных дорог занимает заполнители природного и искусственного происхождения в виде щебня и керамзита.

Щебень, как основной материал, используется во всех зданиях и сооружениях, домостроительных комбинатах по производству железобетонных конструкций от изготовления фундаментов до несущих и ограждающих конструкций, таких как плиты, перекрытия и покрытия, стропильные балки и фермы, колонны и стеновые панели, а также для строительства автомобильных дорог. Доля щебня в составе бетона и асфальтобетона составляет 60-75%, т.е. занимает основной объём в материалах и конструкциях.

В Западно-Казахстанской и Атырауских областях отсутствует природные горные породы пригодных для производства щебня. Поэтому Западно-Казахстанская и Атырауская области Республики Казахстан обеспечиваются только щебеночным заводом Актюбинской области, работающим на основе горной породы Мугалджарского месторождения, т.е. ближайшее расстояние для Западно-Казахстанской области составляет примерно 600-650 км., а для Атырауской области вовсе более 1000 км.

Высокая стоимость затрат на транспортировку щебня приводит к удорожанию всех видов строительных железобетонных конструкций и материалов и стоимости дорожно-строительных работ в целом по региону, не только городских, но и для строительства дорог в отдаленных населенных пунктах. Отсюда и высокие цены на квадратный метр недвижимости и одного километра дороги всех категорий, т.к. щебень как основной компонент в составе материалов для промышленного,

гражданского и дорожного строительства, в том числе сельских является очень дорогим и дефицитным в Западном регионе Казахстана.

Щебень - самый востребованный материал для использования его в качестве крупного заполнителя во всех видах бетона - от традиционного до бетона специального назначения, такого как полимербетон, огнеупорный бетон и т.п. Кроме того, щебень используется во всех видах асфальтобетонов и как насыпной конструкционный материал при строительстве автомобильных дорог, а также в целом при строительстве дорог международного транзитного назначения. Без применения качественного щебня нет качественного дорожного строительства, так как в дорогах в зависимости от категории дороги толщина конструкционного слоя дорожного полотна доходит до 50-70 см.

Для решения поставленной задачи нами были исследована кремнистая порода - опока Таскалинского месторождения Западно-Казахстанской области с целью переработки их, для получения искусственного щебня (термолита) по керамической технологии. Разработанный щебень в 1,5-2 раза легче и более чем на 35-40 % имеет лучше теплофизические свойства при сохранении прочностных характеристик, что придает материалу новые преимущества по сравнению с традиционным щебнем.

Предлагаемая технология открывает широкую перспективу стабильного обеспечения щебнем тех регионов, где отсутствует месторождения горных пород для производства щебня требуемого качества и поставит его из разряда дефицитного и дорогого материала в разряд легкодоступного и сравнительно дешевого материала. Так как для его производства нет необходимости наличия специальных горных пород.

Отличительной особенностью и новизной предлагаемой технологии переработки сырья для получения искусственного щебня (термолита) является то, что она позволяет использовать кремнистые породы, которые в достаточном количестве имеются во всех регионах Казахстана.

Применение искусственного щебня открывает широкую возможность развития дорожного строительства, организации производства целой номенклатуры строительных материалов на основе легких бетонов, теплоизоляционных материалов, что делает материал многофункциональным.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

1.1 Основные задачи и тенденции развития производства искусственных заполнителей

Согласно действующим стандартам, наименование которых приведено в конце настоящего раздела, пористыми заполнителями называют сыпучие зернистые материалы с насыпной плотностью не более 1200 кг/м при крупности зерен до 5 мм и не более 1000 кг/м при крупности зерен 5 - 40 мм. Основное назначение пористых заполнителей - быть компонентами легких бетонов, в которых они занимают до 80 % объема. По происхождению заполнители подразделяют на природные (вулканические и осадочные) и искусственные (специально изготовляемые и отходы промышленности).

К природным пористым заполнителям вулканического происхождения относятся: пемза - пористая сыпучая порода губчатого или волокнистого строения от серовато-белого до коричневого цвета, представленная в основном кислым вулканическим стеклом; вулканический шлак - сыпучая порода ноздреватого или губчатого строения от красного до черного цвета, состоящая из вулканического стекла основного состава; вулканический туф - мелкопористая порода, состоящая из сцементированного вулканического стекла и пепла.

К заполнителям из отходов промышленности относятся: пористые металлургические шлаки, образующиеся в результате естественного охлаждения в отвалах; топливные шлаки, получаемые при кусковом (слоевом) или пылевидном сжигании углей или при их газификации; грубодисперсные золы - уносы или золошлаковые смеси ГЭС; керамический бой - пористые кусковые материалы, получаемые дроблением боя кирпича и других пористых керамических изделий.

К искусственным, специально изготовляемым пористым заполнителям относятся: керамзит (в виде гравия, щебня и песка) и его разновидности (шунгизит. зольный гравий, глинозольный керамзит, стеклозит, шлакозит, термолит), получаемые обжигом со вспучиванием во вращающейся печи.

Информацию представил институт вспученного сланца, глины и кремнистого сланца (ESCSI).

Первые опыты по вспучиванию глинистых сланцев (1904 г.) выполнил американец Стефан Хайд. В 1916 г. он получил патент на производство пористых заполнителей путем обжига глинистых сланцев во вращающихся печах. В том же году в США под Бермингемом была пущена первая в мире установка по получению пористого заполнителя из глинистых сланцев.

В честь изобретателя заполнитель был назван хайдитом. Детальные исследования хаидита и бетонов на его основе, выполненные Национальным бюро стандартов, послужили основанием для строительства судов из легкого железобетона. В 1917 г. было спущено на воду судно из хайдитобетона под названием «Атланта». В течение 1918-I919 гг. в США построено 12 судов общей грузоподъемностью около 60000 т. Некоторые из судов в качестве барж для перевозки грузов ходили до второй мировой войны. Одно судно простояло на причале до конца 70-х годов. На конференции советских и американских специалистов по легким бетонам на пористых заполнителях, состоявшейся в 1982 г. в Москве, американские ученые демонстрировали образцы - керны, выпиленные из тела оставшейся баржи. По заявлениям американских ученых прочность бетона превышала 40 МПа.

Дальнейшее развитие производства керамзита в США сдерживалось действием патента, наступившим кризисом экономики, началом второй мировой войны. Только после 1946 г. когда закончился срок действия патента, началось интенсивное строительство заводов керамзита. Фирмы выпускают заполнители под разным названием: солит, роклит, эглайт, фатерлит и пр. В качестве сырья использовали преимущественно глинистые сланцы, а также некоторые отходы горнодобывающей промышленности, характеризующиеся сравнительно хорошей однородностью свойств. В I973 г. в США насчитывалось около 200 предприятий, выпускающих пористые заполнители, в том числе 66 заводов, изготавливающих заполнитель во вращающихся печах. Всего в 1973 г. было произведено около 17 млн.т. заполнителей, в том числе типа керамзита - 12 млн. т.

В 1974-1976 гг. энергетический кризис и возросшие требования к охране окружающей среды привели к закрытию ряда заводов (в основном мелких) и резкому уменьшению объемов выпуска пористых заполнителей. В 1980 г. оставшиеся 40 (из 200) предприятий изготовили 8 млн.т заполнителей. В последующие годы в США и Канаде строят заводы пористых заполнители из отходов промышленности: зол и шлаков тепловых электростанций, отходов угледобычи и углеобогащения и пр. В 1994 г. на тепловой станции, расположенной на озере Мичиган недалеко от города Милуоки, пущена и работала несколько лет установка по получению пористого заполнителя из зол тепловой электростанции. Установка смонтирована непосредственно на территории электростанции. Заполнитель получали с насыпной плотностью 600 - 700 кг/м^3 и прочностью, достаточной для изготовления бетонов марок 400-500. Бетоны использовали в строительстве высотных домов для изготовления несущего каркаса и междуэтажных перекрытий.

В 2003 г. в США и Канаде пористых заполнителей на базе переработки вспученных глин и глинистых сланцев производилось

5,6 млн.м^3 36 % продукции использовалось в производстве штучного стенового материала. 16 % - товарного бетона. 23 % - сборного и преднапряженного железобетона, 7 % - асфальтобетона, 3 % - в геотехническом строительстве и 15 % - на другие нужды. Это соотношение оставалось практически неизменным последние десятилетия, что указывает на важность области производства стеновых элементов из лёгких бетонов для строительства в США и Канаде. В то же время следует отметить, что крупный пористый заполнитель имеет довольно высокую насыпную плотность - рн = 500-700 кг/м, что определяет его предназначение, в основном, для конструкционных лёгких бетонов.

На установках нескольких металлургических предприятий в США и Канаде производят заполнитель из вспученных и диспергированных доменных шлаков по технологии, разработанной фирмой "National Slag" (г. Хамилтон, пров. Онтарио). Объем производства такого заполнителя, называемого "pelletized slag", в США и Канаде составляет около 1 млн. м^3. При этом большая часть продукции используется для производства штучных стеновых материалов. Кроме того, бетон на основе этого вида заполнителя используется последние два десятилетия в несущих стенах и преднапряжённых перекрытиях при строительстве высотных зданий, а также в пролётных строениях мостов.

В США несколько заводов производят заполнитель на основе холодно - связанной золы - уноса (безобжиговый зольный гравий).

С 60-х гг. в странах Западной Европы все большее внимание начинают уделять вопросам получения пористых заполнителей из отходов промышленности. Основные причины - возрастающий дефицит энергетических и земельных ресурсов. В ряде случаев использование отходов позволяет повышать качество пористых заполнителей.

Первые заводы пористых заполнителей из отходов промышленности были построены в Великобритании в конце 50-х и начале 60-х гг.

В Денби исходным сырьем служит углесодержашая сланцевая порода, в пригороде Лондона (фирма «Литаг») в качестве сырья используют золы тепловых электростанций.

Обжиг подготовленной сырьевой шихты на указанных предприятиях производится на агломерационных ленточных машинах непрерывного действия. Заполнитель, получаемый спеканием на агломерационной решетке, принято называть аглопоритом.

В 60-х гг. установки аглопорита строят в Польше, где в качестве сырья применяют отходы углеобогатительных фабрик, в Чехословакии и в США, где используют золы тепловой электростанции.

Очевидным достоинством технологии аглопорита является возможность использования практически любого алюмосиликатного сырья, с высоким начальным содержанием углерода.

Однако большинство специалистов признает, что качество аглопорита уступает качеству гранулированного заполнителя. Поэтому в 70-х гг. во Франции и Бельгии строят заводы пористых заполнителей из отходов углеобогатительных фабрик, где обжиг гранул ведут во вращающихся печах. Способ запатентован фирмой «Сурике».

По данным разработчика технологии Научно-исследовательского центра г. Эссена (Франция), способ «Сурике» по сравнению с обычной технологией керамзита из глинистого сырья позволяет экономить топливо - до 50%.

Первый завод фирмой «Сурике» построен во Франции в 1970 г. Производительность завода - 1000 $м^3$ заполнителя в сутки. Завод полностью автоматизирован, обжиг ведут два оператора. В зависимости от спроса выпускают заполнитель с насыпной плотностью от 300 до 1000 $кг/м^3$ [1]

В Китае [2] в качестве основного материала для производства легких заполнителей использовали мокрый осадок сточных вод, и отходы стекла, используемые в качестве добавки для производства легких заполнителей бетона.

Результаты показали, что использование отходов стекла, улучшает температуру спекания, снижает водопоглощение и повышает объемную плотность заполнителя. При добавлении 30-50% отходов стекла, получается высокачественный легкий заполнитель с насыпной плотностью менее 2 $г/см^3$, низким водопоглощением. По результатам исследования получен бетон хорошего качества.

Учеными [3] получены легкие заполнители, изготовленные из глины с добавлением Na_2CO_3, SiO_2 , Fe_2O_3 , Fe в количествах 2 и 10 мас %. Результаты показали, что плотность частиц продуктов варьировалась в диапазоне от 0,31 до 0,57 $г/см^3$, пористость от 78% до 89% и прочность от 0,54 до 1,58 МПа.

Добавление 5% мас металлического порошка железа привело к повышенной пористости гранул легких заполнителей, к пониженной плотности, большим порам и низкой механической прочности и может быть полезной добавкой там, где низкая плотность является более важным, чем прочность.

Авторами [4] предложен способ получения легких заполнителей из песчаного ила. Предварительные исследования показывают целесообразность использования песчаного ила в легких заполнителях. Легкие заполнители, полученные из песчаного ила при температуре 950°С, имеют объемную плотность 330 $кг/м^3$, прочность на сжатие 0,18 МПа и водопоглощение 0,1%.

Учеными [5] из Китая были исследованы легкие заполнители из осадка сточных вод и речных отложений. Были изучены соотношения эффектов температуры спекания, pH и окислительные условия по

стабилизации тяжелых металлов. Спекание при температуре выше 1100° С эффективно связывает Cd, Cr, Cu и Pb в легких заполнителях, потому что стабильные формы тяжелых металлов сильно связаны с алюмосиликатными или силикатными структурами.

Минимальные способности выщелачивания из Cd, Cr, Cu и Pb были получены в соотношении между 0,175 и 0,2. Результаты показали, что легкие заполнители можно использовать в качестве экологически безопасного материала для гражданского строительства.

В Словении авторы [6] получили легкий заполнитель с добавлением дегазирующего пенообразователя SiC, действующего в качестве вспенивающего агента, и летучей золы, создающей жидкую фазу. Результаты показали, что, при выбранной температуре, которая в данном случае составила 1220°С, пористость, а также средний размер пор возрастает с увеличением времени обжига.

В Беларуси авторы [7] исследовали производство керамзита на основе гальванического шлама. Было установлено, что существует связь между физико-химическими и эксплуатационными характеристиками сырьевой массы, химико-минералогическим и фазовым составом, структуры и режима термической обработки. Были изучены технологические режимы для экологически безопасного производства.

Учеными [8] Белгородского государственного технологического университета была исследована возможность получения керамзита, используя глину Городищенского месторождения Белгородской области и лигнина - щелочного реагента. Результаты показали, что керамзит имел следующие характеристики: водопоглощение 15%; средняя прочность на сжатие отдельных гранул в прессе 1,9 МПа; плотность 380 $кг/м^3$; коэффициент вспучивания 4. В целом, возможность получения высокого качества керамзита на основе слабовспучивающей Городищенской глины была подтверждены. Это исследование показало, что использование лигнина - щелочного реагент для вспучивания керамических гранул является весьма эффективным, что позволяет рекомендовать его использование в производстве заполнителей.

1.2 Области применения и обзор исследований по получению керамических материалов на основе кремнистых пород

Кремнистые опал-кристобалитовые породы, обладая своеобразным вещественным составом и тонкопористой структурой, находят широкое и разнообразное применение в промышленности. Поскольку кремнистые породы состоят в основном из аморфного активного кремнезёма, они являются прекрасными природными гидравлическими добавками в пуццолановых портландцементах, известково - трепельных вяжущих, служат сырьём для производства жидкого стекла.

Адсорбционные и каталические свойства опок, диатомитов и трепелов позволяют широко использовать их в качестве наполнителей различных фильтровальных материалов, применяемых при очистке сиропов, пищевых и промышленных масел, обезвоживании и обессоливании нефти, осушке газов и т.д.

Наглядное представление о путях использования дает схема, представленная на рисунке 1.

Широкий круг использования кремнистых пород необходимо учитывать при проектировании тех или иных предприятий, так как комплексное использование позволяет быстрее вовлечь данные сырьевые ресурсы в производство, уменьшить издержки на геологоразведочные работы, организацию карьерного хозяйства и помочь экономическому развитию региона.

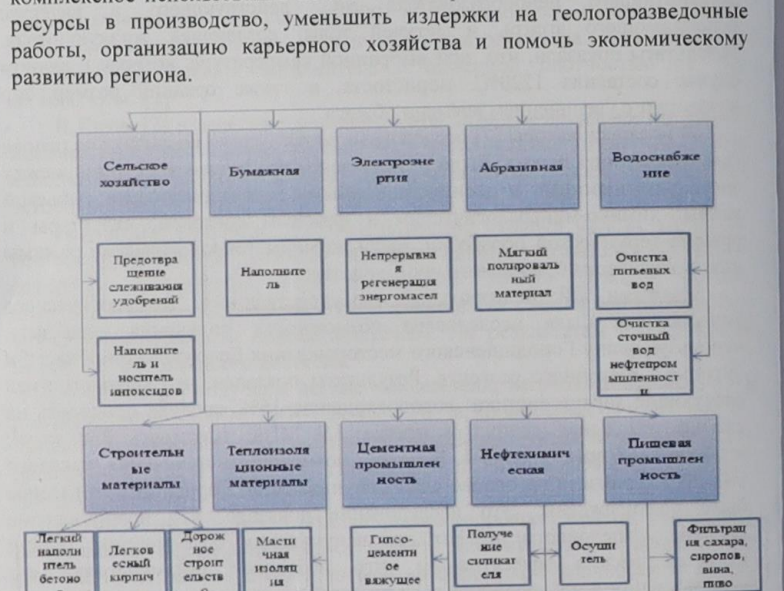


Рисунок 1 – Области использования кремнистых пород

Керамические материалы, получаемые на основе кремнистых пород, условно можно разделить на три группы: искусственные пористые заполнители, теплоизоляционные изделия и стеновые керамические материалы.

1.2.1 Искусственные пористые заполнители

Возможность получения искусственных пористых заполнителей из крем-нистых пород - термолитов известна давно. В 60-80-е годы большая работа в этом направлении была проведена в НИИкерамзите, ВНИИстроме, ХИСИ, ОИСИ, НИИЖБе [9-20].

Этими организациями были проведены соответствующие исследовательские работы и доказана реальная возможность производства высококачественного термолитового щебня и гравия из опок, диатомитов, трепелов более 50 месторождений. Однако кремнистые породы – опоки Казахстана практически не исследованы. В настоящее время в Казахстане заводы по производству термолитового щебня и гравия отсуствует.

Схема его производства в принципе соответствует схеме производства керамзита на основе глинистых сланцев по сухому способу: применяется одно и то же подготовительное оборудование и печи для обжига.

Однако по прочностным показателям термолит превосходит керамзит, что делает возможным получение легких бетонов марок 300-500 и более. Перспективным является производство термолитовых песков в коротких печах «кипящего слоя».

При замене в бетонах кварцевого песка термолитовым средняя плотность бетона снижается на 300-450 кг/м . Таким образом, могут быть получены бетоны различного назначения. Кремнистые породы, содержащие от 2 до 14 % оксида железа, дают при обжиге термолитовый песок желтого, палевого, фисташкового, розового, коричневого, малинового, черного и других цветов.

При насыщении песков в растворах солей меди, кобальта, хрома и других, а также в жидком стекле с последующим их обжигом получаются цветные пески почти всех расцветок, которые используются для декоративной отделки стен, орнаментальной мозаики, художественной стеновой росписи.

Цветные пески также применяются для мозаичных бетонов, декоративных штукатурок - «байрамикс» и др. Применение термолитового щебня для жаростойких бетонов взамен дефицитного и дорогостоящего заполнителя (шамот и др.) позволяет использовать широко распространенное местное и более дешевое кремнистое сырьё.

Однако до настоящего времени кремнистые породы широкого применения в промышленности искусственных пористых заполнителей не получили.

1.2.2 Теплоизоляционные материалы

Керамические теплоизоляционные изделия на основе кремнистых пород получают из диатомитов или трепелов с добавлением в сырьевую массу порообразующих веществ [21, 22].

Диатомовые изделия (ГОСТ 2694-78), применяемые для тепловой изоляции сооружений, промышленного оборудования и трубопроводов, при температуре изолируемых поверхностей до 900 °С выпускают в виде кирпича, полуцилиндров, сегментов, а пенодиатомовые - в виде кирпича [23].

В зависимости от плотности диатомовые изделия делят на марки Д-500 и Д-600, а пенодиатомовые - ПД-350 и ПД-400.

Линейная температурная усадка диатомовых и пенодиатомовых изделий при 900 °С небольшая и, как правило, не превышает 2%. Выпускаются также и перлитодиатомовые изделия (кирпич, плиты), состоящие из смеси диатомита и вспученного перлитового песка, заменяющего древесные опилки или пенообразующие вещества. По плотности изделия под разделяются на марки 300, 350, 400, а их прочность при сжатии соответствует 0,7-1,2 МПа. Теплопроводность при средней температуре 25 °С равна 0,075-0,090 Вт/м • °С. Температура применения до 900 С (табл.1)

Таблица 1 – Характеристика диатомовых и пенодиатомовых изделий

Марка	Теплопроводность, Вт/м ■ °С при средней температуре, °С		Предел прочности при сжатии, МПа, не менее
	25 ±5	300 ±5	
Д-500	0,104	0,156	0,6
Д-600	0,116	0,168	0,8
ПД-350	0,083	0,122	0,6
ПД-400	0,095	0,134	0,8

1.2.3 Стеновые керамические изделия

Из группы кремнистых пород в качестве сырья для производства стеновой керамики до настоящего времени использовались только диатомиты и трепела. Это оговаривается и действующим ныне ГОСТ 530-2007. Получение стеновых керамических изделий на основе диатомитов и трепелов известно давно.

Кирпич,изготовленный на основе этого сырья, обладает рядом положительных свойств: низкой средней плотностью, хорошими теплотехническими и звукоизоляционными свойствами, достаточной прочностью. Однако, несмотря на это, производство диатомового и трепельного стенового кирпича широкого развития не получило.

В настоящее время в России работают лишь единичные заводы на этом сырье. Такое положение объясняется несколькими причинами. Во-первых, в большинстве случаев, в силу минерального состава и структурных особенностей сырья пластические массы обладают плохими формовочными свойствами - небольшой величиной пластического течения и зыбкостью. Отформованные изделия легко деформируются и теряют форму.

Более приемлемым для этих пород является полусухой способ прессования. Однако несовершенство оборудования технологических линий полусухого прессования, не изученность технологических особенностей часто приводят к дефектам изделий: недопрессовка или перепрессовочные трещины, разноплотность и др. Для получения изделий с приемлемыми физико-механическими свойствами в силу особенностей вещественного состава сырья, требуются повышенные температуры обжига - 1100-1150 С и более. Такие температуры возможны в печах с использованием огнеупоров высокого класса, и обжиг при таких температурах требует повышенного расхода топлива. Это подтверждено работами ВНИИстрома и других организаций по разработке технологии производства рядового и лицевого кирпича из диатомитов [24-31].

Опыт некоторых заводов (Потанинский, Камышловский) показал, что на данном сырье вполне возможно выпускать кирпич высокого качества.

Известны многочисленные разработки, где трепелы и диатомиты являются частью керамической шихты, вводимой с целью улучшения сушильных свойств, снижения усадки и средней плотности изделий. Большая работа в этом направлении была проведена в Казанском инженерно-строительном институте, где запатентованы многие составы керамических масс с использованием кремнистых пород [32-40].

В Ростовском инженерно-строительном институте А.В. Козловым были разработаны составы и технология бетонов на обжиговой связке для производства крупноразмерных керамических изделий, шихта которых содержала в качестве связующего молотые глинистые сланцы, а в качестве заполнителя - опоку. Материал имел плотность 1670 кг/м и прочность 12,8 МПа [41].

Ранее нами была установлена возможность получения изделий стеновой керамики на основе опок [42].

Опробовано большое количество месторождений опок, выделены литологические разновидности опок - глинистые, глинисто-карбонатные и карбонатные. Установлено, что наиболее подходящим для формования изделий является метод полусухого прессования. Проведён подбор гранулометрического состава сырьевых смесей на основе различных литологических разностей. Определены керамические свойства опок и исследовано влияние технологических факторов на свойства изделий. Проанализированы особенности физико-химических процессов,

происходящих при обжиге опок, и выявлены фазовые и структурные преобразования. Однако попытка вводить в массу крупные фракции опоки (2,5-10 мм), как показала практика, была нежизнеспособной. Широкий гранулометрический состав - от 0 до 10 мм, на практике приводил к сегрегации пресс-порошков - группировке по отдельным фракциям, в результате чего одна часть формы оказывалась заполненной крупным порошком, а другая - мелким. Кроме того, широкий грансостав предусматривал его тщательный контроль и установку большого каскада помольносортировочного оборудования. Исследованиями были охвачены не все разновидности опок, рекомендации по испытанию опок в качестве сырья для стеновой керамики при геологических изысканиях не были разработаны. Не были изучены особенности прессования, не определены оптимальные параметры для различных литологических разновидностей опок. Г.Н. Иванюта обращает внимание на неравноплотность прессовок, возникающую в результате действия сил внутреннего и внешнего трения при прессовании, что является одним из недостатков полусухого прессования. Неравноплотность прессовок сохраняется и в обожжённом изделии, не доведенном до полного спекания, вследствие чего отдельные его участки имеют пониженную прочность. Хотя известно, что сопротивление порошка сдавливанию при одном и том же Ксж возрастает по мере укрупнения зерен [43 - 46].

Это утверждение может быть спорным, так как трудно учесть всё многообразие свойств керамических пресс-порошков. Проблемой остаётся и возникновение трещин расслаивания. И здесь существует две точки зрения: общепринятая - пресс-порошки должны иметь полифракционный состав, и, как рекомендует М.О. Юшкевич, для предотвращения трещин расслаивания надо применять порошки с возможно большей однородностью зёрен по крупности.

В целом можно констатировать, что рекомендации по достижению равноплотности и уменьшению перепрессовочных трещин противоположны. К примеру, для предотвращения расслаивания прессовок рекомендуется понижение влажности порошка, снижение величины прессового давления, а для достижения равноплотности наоборот. Факторы по достижению качественных прессовок можно условно разделить на внешние и внутренние. Внешние - применение двустороннего, ступенчатого, замедленного прессования; вакуумирование прессуемого порошка; выбор оптимального давления и т.д.

Внутренние - оптимизация грансостава пресспорошка, его вещественный состав, влажность, внутреннее трение и т.д. В целом, учитывая схожесть вещественного состава опок с диатомитами и трепелами, а также суглинками можно утверждать, что они являются потенциально пригодным сырьём для стеновой керамики.

Однако, исходя из особенностей структуры, физико-механических свойств, широкого диапазона компонентного состава, необходима их литолого-технологическая классификация как сырья для стеновой керамики, детальное изучение технологических свойств, разработка методики испытаний, разработка технологии и оптимизация параметров производства, подбор оборудования, выявление особенностей спекания и фазовых преобразований, происходящих при обжиге, определение и анализ эксплуатационных свойств готовых изделий.

Также учитывая, что опоки являются камневидным трудноразмокаемым малопластичным керамическим сырьём, можно с большой долей вероятности предположить, что для модифицирования формовочных свойств, окажется положительным ввод в состав технологических связок пластифицирующих добавок.

1.2.4 Распространенность кремнистых пород – опок на территории СНГ и Казахстана

Территория СНГ располагает крупнейшей сырьевой базой кремнистых пород. Если в России общие разведанные запасы глинистого кирпично-черепичного сырья составляют в настоящее время 4,8 млрд. $м^3$, то общие разведанные запасы кремнистых пород - около 2,5 млрд. $м^3$, большую часть из которых составляют опоки и их разновидности - опоковидные породы [47-48].

Потенциальные же запасы опоковидного сырья в мире оцениваются в сотни миллиардов тонн. Наибольшее распространение на территории России кремнистые породы имеют в районах Поволжья и Дона, Западной Сибири, на Северном Кавказе, в центральных и западных областях Европейской части России, Ленинградской области, Дальнем Востоке, Кольском полуострове, на Камчатке. Широко распространены эти породы и в Украине, Белоруссии, Молдове, Эстонии, Азербайджане и в республиках Средней Азии.

Казахстан располагает значительной сырьевой базой кремнистых пород. Большую часть, из которых составляют опоки и их разновидности - опоковидные породы [49].

Наибольшее распространение на территории Казахстана кремнистые породы имеют в Западно - Казахстанской, Кустанайской, Актюбинской и Туркестанской областях. Ниже приводим геологические сведения распространения опокиводного сырья в Казахстане.

Месторождение ШИПОВСКОЕ Таскалинский район Западно-Казахстанской области, 1,7- 2,8 км к юго-востоку от ж.-д. станции Шипово и связано с ней грунтовой дорогой.

Приурочено к Прикаспийской впадине и представлено горизонтальной пластообразной залежью опоки палеоценового возраста, перекрытой палеоценовыми песками и плиоцен - четвертичными суглинками. Длина

залежи 1200 м, ширина 400 м, мощность 6,64-28,7 м (средняя 18,3 м), глубина залегания кровли 0,2-6 м.

Химический состав опоки, %: SiO_2 - 64,52-87,02 (76,88); Al_2O_3 - 8-10,58 (9,45); Fe_2O_3 - 3,5-3,84(3,69); CaO - 0,32-4,73 (1,87); MgO - до 2,79 (1,4); SO_3 - до 1,95 (0,2); п.п.п. - 2,06-10,16 (5,34).

Физико-механические свойства опоки: объемная масса - 1,49-1,59 (1,54) г/см^3; влажность естественная - 14,3-23,83 (17,88) %; активность - 17,81-44,5 (37,1) %.

Минеральный состав опоки, %: глинисто - опаловый материал - 78, кварц - 10, глауконит - 5, гидроокислы железа - 2-3, слюда - 2, полевые шпаты, циркон, турмалин -1.

Технологические лабораторные испытания показали, что опока месторождения пригодна в качестве активной минеральной добавки в количестве 15 % при производстве портландцемента и сульфато - стойкого пуццоланового портландцемента. Запасы опоки, учтенные госбалансом на 01.01.96 г., составляют по категориям А+В+С, 21619 тыс. м^3, в том числе по А - 4223 тыс. м^3, В - 7545 тыс. м^3, С, - 9851 тыс. м^3. Отработка предполагается карьерами до проектной глубины 28 м. Коэффициент вскрыши 0,08. Месторождение не обводнено до уровня подсчета запасов. Прирост запасов возможен за счет доразведки обводненной части месторождения.

Месторождение КУДУКСКОЕ Октябрьский район Актюбинской области, 2,5 км юго- восточнее ж.-д. станции Кудук и 20 км к северо-западу от ж.-д. станции Эмба; расстояние до Актюбинска 180 км (90 км грейдерная дорога, 98 км - асфальтированное шоссе).

Средняя мощность вскрыши 0,65 м. Верхняя и нижняя границы продуктивной толщи четкие. В ней выявлена одна пологая опоковая залежь длиной 800-100 (средняя 900) м, шириной 400-700 (средняя 600) м, мощностью 1,3-14,5 (средняя 4,5) м, глубиной залегания кровли от 0 до 1,7 м.

Химический состав опоки, %: SiO_2 - 72,48-77,62 (76,56); TiO_2 - 0,47; Al_2O_3 - 9,52-11,07 (10,05); Fe_2O_3- 4,16-6,33 (5,06); CaO - 0,85-1,64 (1,24); MgO - 1,0-1,78 (1,25); SO_3 - 0,64-1,36 (0,69); R,0 -11,5- 20,0 (15,47); $CaCO_3$ - 2,46-2,99 (2,72); п.п.п. - 4,49-5,29 (4,3).

Физико-механические свойства опоки, пригодной в качестве активной минеральной добавки к цементному сырью: активность - 31,79-40,46 (38,93) %; объемная масса - 1,29-1,32 (1,3) г/см^3; коэффициент разрыхления - 1,26-1,28 (1,27); активность песчанистой опоки - 23,81-36,9 (31,2) %.

Опока сложена аморфной массой опала и тонкодисперсным глинистым веществом (гидрослюда и незначительное количество монтмориллонита) с примесью зерен кварца, глауконита, лимонита, полевых шпатов, чешуек мусковита (до 10 %). Опал в основной массе

колломорфный. Редко встречаются реликтовые остатки радиолярий, также сложенные опалом.

Технологические лабораторные испытания показали, что из опок можно получать известково - пуццолановое вещество, отвечающее требованиям ГОСТа 970-41,1 сорта известково-пуццоланового стандарта. Введение в состав цемента добавок опок месторождения в количестве от 10 до 30 % увеличивает марку исходного цемента с 420 до 600. Опоки месторождения отвечают требованиям ГОСТа 6269-54 на активные минеральные добавки и отвечают требованиям для производства портландцемента и пуццоланового цемента. Запасы опоки, учтенные госбалансом на 01.01.96 с, составляют по категориям А+В+С, 3486 тыс. м^3, в том числе по А -151 тыс. м^3, В - 762 тыс. м^3, С, - 2573 тыс. м^3, по C_2 - 16936 тыс. м^3. Месторождение к освоению не намечается. Отработка возможна карьером до глубины 15,8 м. Месторождение не обводнено. Коэффициент вскрыши 0,14. Прирост запасов возможен за счет прилегающих площадей, где широко развиты отложения тасаранской свиты палеогена.

Месторождение НОВОИЛЬИНСКОЕ Тарановский район Костанайской области, 12 км юго-восточнее ж.-д. станции Тобол, 8 км западнее ж.-д. станции Лисаковка и юго-восточнее асфальтированного шоссе Костанай-Тобол-Жетыгара с высоковольтной ЛЭП Уральской энергосистемы. Район экономически освоен. Развита горнодобывающая промышленность.

Выявлена одна пластообразная горизонтальная залежь опоки длиной 3000 м, шириной 2800 м, мощностью 4,4-14,9 м, глубина залегания кровли 0,7-8 м. В южной части залежи на площади 4990 м^2 средняя мощность ее 10,03 м и вскрыши 4,63 м.

Химический состав опоки, %: SiO_2 - 68,58-79,18 (75,9); Al^O, - 6,67-12,96 (9,3); Fe_2O_3 - 4,16-7,14 (4,9); CaO - 0,42-1,58 (1,04); MgO - 0,97-2,39 (1,5); SO_3 - 0,05-1,85 (0,1).

Физико-механические свойства опоки: активность- 15,52-42,51 (31,4) %; влажность естественная - 44,78-49,8 (46,4) %; объемная масса -1,54-1,6 (1,6) г/см^3; пористость истинная - 41,75-61,18 %; предел прочности при сжатии в воздушно-сухом состоянии - 80-120 кг/см^2.

Минеральный состав опоки, %: кварц 52-60, монтмориллонит 25-30, биотит и серицит 3-10, рудные 2-8, плагиоклаз, циркон 1-4, глауконит 2-7, опал 1-2. Опоки трещиноватые (по трещинам - пленки гидроокислов железа), выдержаны по химсоставу.

Технологические испытания, выполненные в лабораторных и полузаводских условиях, показали, что опоки месторождения пригодны для производства пуццолановых- и портландцементов, несущих службу в пресных водах. Испытания опок для производства легковесного кирпича и в качестве легковесного заполнителя в бетон дали отрицательные

результаты. Лабораторными испытаниями 4-х проб листоватых глин кровли дано предварительное заключение о пригодности их для производства керамзита.

Запасы опоки, учтенные госбалансом на 01.01.96 с, составляют по категориям А+В+С, 26040 тыс. $м^3$, в том числе по А - 2202 тыс. $м^3$, В - 7250 тыс. $м^3$, С, - 16588 тыс. $м^3$, $С_2$ - 80079 тыс. $м^3$. Месторождение находится в резерве. Отработка будет осуществляться карьером до глубины 30 м с применением буровзрывных работ Коэффициент вскрыши 0,1, водоприток 240 $м^3$/час. Месторождение не оконтурено по простиранию. Увеличение запасов возможно к югу, западу и востоку от площади месторождения.

Месторождение КАНАРСКОЕ Костанайский район Костанайской области, 20 км к юго- западу от ж.-д. станции Озерная и 33 км юго-восточнее ж.-д. станции Жаркуль, во вскрыше одноименного крупного железорудного месторождения. Район экономически освоен. Энергоснабжение от Уральского кольца через Акмолаэнерго.

Химический состав глин/опок и опоковидных песчаников, %: $Si0_2$ - 57,7 - 65,0 (60,09)/52,5-83,8 (71,61); $ТЮ_2$ - 0,76-1,04 (0,91)/0,37-1,58 (0,64); $A1_20_3$ - 14,07-18,75 (17,1)/4,46-20,88 (9,14); Fe_20_3 - 4,51- 9,65 (6,1)/3,8-13,3 (6,8); FeO -1,13-3,96 (2,71)/-; CaO - 0,42-1,11 (0,7)/0,35-3,43 (0,85); MgO - 1,13-1,91 (1,59)/0,38-2,34 (1,4); Na_20 - 0,66-1,01 (0,78)/0,21-1,36 (0,82); K.O - 2,13-2,48 (2,34)/0,72-2,48 (1,65); NajO+KjO - 2,79-3,49 (3,12)/0,93-3,84 (2,47); P_20_5- -/0,08-1,425 (0,16); $S0_3$ - 0,28-2,56 (1,68)/0,19-5,77 (2,06); п.п.п. - 6,54-8,68 (7,84)/3,79-14,12 (6,35). Вредная примесь в опоках и песчаниках, пригодных в качестве активных добавок к цементной шихте - серный ангидрид.

Опоки состоят из аморфного кремнезема с примесью зерен кварца, глауконита, глинистого вещества и рудных минералов.

Запасы опоковидных песчаников на 01.01.96 г., учтенные госбалансом, составляют по категории $С_2$ 172498 тыс. $м^3$, опок - 96188 тыс. $м^3$, глин - 346927 тыс. $м^3$.

Технологические испытания показали, что глины пригодны для производства керамзита, а опоки и песчаники - в качестве активной добавки к цементу.

Месторождение АЙСОРСКОЕ Энбекшильдерский район Северо-Казахстанской области, у пос. Айсор, 45 км юг-юго-восточнее станции Даут и 15 км северо-восточнее озера Шотсор.

Продуктивная толща представлена опоками мощностью 1,8-12,7 м. Мощность вскрыши 0,1-4,5 м.

Химический состав опок, %: $Si0_2$ - 85,97; Al^ - 5,34; Fe_20_3 - 2,99; CaO - 0,47; MgO - 0,49; SO, - 0,041; п.п.п. - 4,31. Активность опок от 157 до 400 мг/г. Опоки пригодны для производства цемента. Запасы опок на 10.05.1963 г. составляют по категории $С_2$ 43600 тыс. $м^3$.

Месторождение АЛЕКСАНДРОВСКОЕ (Борисово-Романовское) Костанайский район Костанайской области, на обоих берегах р. Тобол, вблизи пос. Александровский.

В отложениях среднего-верхнего эоцена имеются выходы на дневную поверхность пластов светло-серых опок, плотных, сильно трещиноватых, с окремненными прослойками. Средняя мощность пластов опок 1,8 м. Средняя мощность вскрыши 1,8 м. Площадь участка 1830 тыс. $м^2$. Опоки обладают высокой поглотительной способностью и рекомендуются д ля использования в качестве активной гидравлической добавки при производстве цемента. Запасы опоки по категории $С_2$ - 329 млн. $м^3$.

Месторождение СЕРГЕЕВСКОЕ Костанайский район Костанайской области, вблизи пос. Сергеевского, на правом берегу р. Тобол.

Продуктивная толща представлена опокой и опоковой глиной тасаранской свиты среднего эоцена. Оганы и опоки серые, зеленовато-серые, плотные, иногда окремненные. Средние мощности по двум блокам 10,4 и 25,3 м. Средние мощности вскрыши по блокам 5,55 и 21,85 м. Поглотительная способность опок и опоковых глин 24,6-407,7 мг/г. Их можно рекомендовать в качестве активной гидравлической добавки при производстве цемента. Кроме того, глины чаганской свиты пригодны для производства керамзита. Запасы опок и опоковидных глин по категории $С_2$ - 65,471 млн. $м^3$.

Месторождение ТОГУЗАКСКО-ШУЛЬГИНСКОЕ Комсомольский район Костанайской области, 7 км на северо-восток от ж.-д. станции Тогузак, близ пос. Шульга.

Полезная толща представлена опоками и опоковидными глинами тасаранской свиты среднего эоцена. Видимая мощность толщи 4,2-11,0 м. Мощность вскрыши 2,4-2,82 м. Средняя активность опок и опоковидных глин 365,25 мг/г. Опоки и опоковидные глины рекомендуются в качестве гидравлической добавки к цементу. Запасы опок по категории $С_2$ - 33,217 млн. $м^3$. Может отрабатываться карьером. Перспективы прироста запасов имеются.

Месторождение ВИКТОРИЯ Тарановский район Костанайской области, 3,1 км северо- западнее пос. Степной, 3 км к северо-востоку от фабрики окомкования Лисаковского ГОКа, у южной окраины ж.-д. станции Майлина. Район экономически развит на базе Лисаковского ГОКа.

Приурочено к западной части Тургайского прогиба и представлено темно-серой опокой эоцена. С поверхности она перекрыта темно-бурыми четвертичными суглинками и песками средней мощностью 3 м. Залежь опоки имеет пластообразную форму, горизонтальное залегание, выдержана по залеганию и мощности. Длина ее 448 м, ширина 180-192 м (средняя 186 м), мощность 2,4-7,9 м (средняя 4 м), глубина залегания 2-5,9 м.

Химический состав опоки, %: $Si0_2$ - 70,8-77 (73,8); $ТЮ_2$ - 0,46-0,51 (0,48); $ALfi_3$ - 9,34-10,97 (10,05); Fe_20_3-0,46-0,51 (0,48); CaO - 0,45-4,01 (1,16);

MgO - 1,73-2,18 (1,88); $Na_2$0 - 0,5-0,6 (0,54); K,0-1,56- 1,98 (1,8); $P_2$0$_5$ - 0,01-0,5 (0,02); S0$_3$ - 0,07-0,42 (0,13). Вредные примеси - сера и фосфор.

Физико-механические свойства опоки: объемная масса - 1,44-1,53 (1,5) г/см^3; влажность естественная - 68,64-78,3 (73,5 %); пористость - 62,6-67,13 (65,16) %.

Опоки сложены преимущественно опалово-глинистыми минералами (98-100 %). Глины - гидрослюдисто-монтмориллонитового состава. В единичных знаках присутствуют кварц, глауконит, полевые шпаты, гидроокислы железа и марганца. Полупромышленные испытания опок, проведенные на фабрике окомкования Лисаковского ГОКа с подшихтовкой хромитовым концентратам (Cr_2O_3 - 52 %, 5 % опок и 3 % извести) показали, что возможно получение автоклавированных окатышей, пригодных для производства углеродистого феррохрома.

Запасы опок, учтенные госбалансом, составляют по категориям A+B+C, 324 тыс.м^3. Месторождение подготовлено к освоению. Предполагается отработка карьером до глубины 10,7 м. Коэффициент вскрыши 0,527, предполагаемый водоприток 4,5 м^3/час. Прирост запасов ограничен.

Месторождение ТУРКЕСТАНСКОЕ Туркестанский район Южно-Казахстанской области, 30 км северо-восточнее г. Туркестан.

Разрез месторождения представлен чередованием слоев опок (0,3-1,8 м) и среднеэоценовых опоковидных глин (0,1-2 м). Падение пород на юго-восток под углом 2-3°. Вскрыша - суглинки и гипсоносные глины мощностью 3-10 м.

Химический состав опок, %: SiO_2 - 65,86-80,0; $A1_2O_3$ - 10,4-14,48; CaO - 1,02-7,6; MgO - 1,17-2,4; S0$_3$ - 0,45-3,34; п.п.п. - 3,49-11,59. Химический состав глинистых опок, %: SiO_2 - 65; 1Ц0$_3$ - 15; CaO+MgO - > 10. Объемная масса опок - 1,35 г/см^3, активность по поглощению CaO - 300-396 мг/г. Как активная добавка в цемент опока не пригодна ввиду высокой гидравлической активности. Остатки запасов на 01.01.59г. по категориям A+B+Cj - 172тыс.т. Месторождение законсервировано.

Месторождение ДАРБАЗИНСКОЕ (Участки Дарбазинский и Центральный) Сарыагашский район Южно-Казахстанской области, 92 км юго-западнее г. Шымкента.

Продуктивная толща палеоцен-эоценового возраста представлена переслаиванием опоковидных глин и глинистых опок. Мощность горизонта 0,7-4,5 м.

Химический состав опок/опоковидных глин, %: SiO_2 - 69,97-78,63/60,96-68,07; $A1_2O_3$ -6,11-10,38/ 7,14-12,1; Fe_2O_3 - 2,37-3,44/2,96-4,48; TЮ$_2$ - 0,25-0,45/0,4-0,5; CaO - 0,3-2,19/1,02-3,72; MgO - 0,98- 1,82/1,18-2,18; $Na_2$0 - 0,55-1,07/0,35-0,99; K,0 - 0,69-1,12/0,78-1,42; S0$_3$ - 0,76-3,75/1,32-5,22; $H_2$0 - 3,34-4,36/-; п.п.п. - 3,97-6,53/5,05-8,01.

Активность по поглощению извести опок/опоковидных глин - 600/150 мг/г. Пригодность опок не определена.

Запасы опок 143,7 тыс. т. Требует доизучения.

Месторождение ШЫМКЕНТСКОЕ Южно-Казахстанская область, 10 км юго-западнее г. Шымкента.

Среди зеленовато-серых палеоген-эоценовых бентонитовых глин вскрыт прослой опоковидной глины, сильно выветрелой, мощностью 1,4 м.

Химический состав опоковидных глин, %: $Si0_2$ - 75,12; TЮ$_2$ - 0,35; Alj0$_3$ - 7,91; FeO - 0,14; $Fe_2$0$_3$ - 2,25; Mn - 0,005; P_2O_s - 0,46; CaO - 3,28; MgO - 1,74; S0$_3$ - 0,14; K,0 - 0,91; Na^O -1,6; $H_2$0 - 2,22; п.п.п. - 4,64.

Глинистый минерал - монтмориллонит.

Запасы не подсчитывались. Месторождение не промышленное.

Месторождение ЖАУСУМКУМСКОЕ Шардаринский район Южно-Казахстанской области, на площади Шардаринского месторождения бентонитовых глин.

Продуктивная толща представлена опоками сузакского яруса палеогена, мощностью 1 м.

Химический состав опок, %: $Si0_2$ - 78,3; AЦ0$_3$ - 7,33; $Fe_2$0$_3$ - 2,23; $Ti0_2$ - 0,12; CaO - 1,78; MgO - 0,48; NJO+KJO - 1,6; S0$_3$ - 0,35; $H_2$0 - 4,36; п.п.п. - 2,84. Влажность опок - 8,95, удельный вес - 2,4 г/см^3, объемный вес -1,41 т/м^3, активность - от 356,68 до 395,38 мг/г. Опоки месторождения могут применяться как безобжиговые цементы. Запасы составляют по категории C_2 31,7 тыс. м^3.

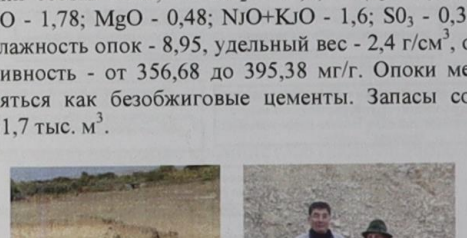


Рисунок 2 – Общий вид карьеры кремнистой породы – опоки Таскалинского месторождения Западно – Казахстанской области

Приведённый краткий обзор показал, что кремнистые породы - опоки являются значительной резервной сырьевой базой промышленности Республики Казахстан для производства эффективных строительных материалов.

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Структурная схема методологии и методов проведения комплекса научно-экспериментальных работ по технологии получения искусственного щебня (термолита) на основе опок представлена на рисунке 3

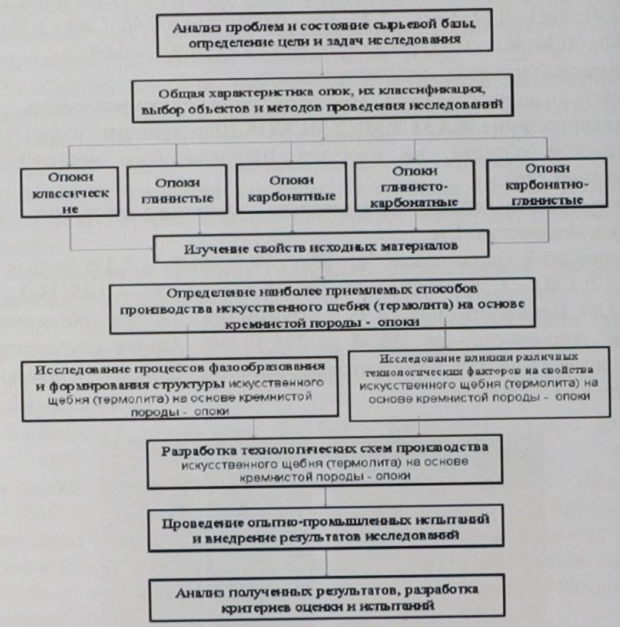


Рисунок 3 – Структурная схема методологии и методов проведения комплекса научно-экспериментальных работ по получению искусственного щебня (термолита) на основе кремнистой породы - опоки

Данная схема отражает логическую последовательность проведения работ, начиная с анализа развития производства искусственных заполнителей, изучения сырьевой базы и заканчивая практическим внедрением полученных результатов. Исходя из положений научной гипотезы, подход в выполнении данной работы был обеспечен тщательным изучением вещественного состава и структурных

особенностей опок, определением их технологических свойств и свойств полученных материалов, исследованием процессов фазообразования и формирования структуры керамического черепка, анализом установленных фактов и обобщением выявленных эмпирических закономерностей. На основании чего были разработаны общие теоретические положения, позволяющие объяснять и прогнозировать установленные факты при получении искусственного щебня (термолита). Проведенные исследования основывались на том, что опоки это обширная группа пород с весьма разнообразным составом. В ходе анализа предварительно были выделены опоки классические или «нормальные». Общими объединяющими признаками для опок являются:

- по вещественному составу - наличие опалового кремнезёма;
- по структурным особенностям - тонкопористая структура;
- по технологическим признакам - камневидный характер и неразмокаемость в воде.

Разработанные научные методы получения искусственного щебня (термолита) на основе опок, а также анализ опытно-промышленных испытаний и внедрения результатов исследований позволили разработать критерии их оценки и методику испытаний. Также предложен алгоритм, позволяющий создать современный завод по производству искусственного щебня (термолита) отвечающий требованиям мировых стандартов в области менеджмента качества и экологии, выпускающий конкурентоспособную продукцию на основе кремнистого опоковидного сырья.

2.1 Анализ проблем и обоснование выбора направления исследования

Анализ текущей ситуации позволил выявить ряд определённых проблем существующих в области производства заполнителей в виде щебня и искусственных заполнителей в виде керамзита и наметить пути их решения.

Для многих регионов Казахстана, и особенно для Западных и Северных регионов остро стоит проблема сырья. Для производства искусственных заполнителей в виде керамзита очень ограничены запасы качественных монтмориллонитовых глин.

А для организации производства качественного щебня в Западном регионе (Западно-Казахстанская и Атырауская области) препятствует полное отсутствие горных пород пригодных для ее осуществления.

Поэтому в настоящее время существует проблема доставки щебня из Актюбинской области железнодорожным транспортом на расстояние 600-650 км. Из - за этого реализационная цена щебня возрастает в 3-3.5 раза.

На основе традиционного глинистого сырья, дающего после обжига черепок с плотностью 1800-1900 кг/м достичь производства искусственных заполнителей в виде керамзита невозможно.

Это возможно только с разработкой композиционных составов и технологических решений с применением вспучивающих добавок, что связано с технологическими трудностями, и опять же, для этого нужны средне - высокопластичные глины.

Отсутствует общий алгоритм организации производства искусственных заполнителей начиная от поисков сырьевых материалов и заканчивая производством.

Выявленные проблемы показывают, что кремнистые опал-кристобалитовые породы - опоки, отличающиеся широким диапазоном вещественного состава, как в теоретическом, так и в практическом плане представляют особый интерес в качестве сырья для производства искусственного щебня (термолита) со средней плотностью (800-1000 кг/м3) и улучшенными теплотехническими свойствами.

Ранее в такой постановке данный вопрос не изучался. Не исследованы технологические свойства данного сырья, не разработана классификация и методики испытаний, не изучены вопросы спекания и формирования свойств изделий, не разработаны наиболее оптимальные технологические схемы производства. Выбору объекта и направления настоящего исследования способствовал комплекс предпосылок, которые условно можно разделить на несколько групп.

1. Вещественный состав опок. Опоки по химическому составу близки к глинам. Имеют выдержанный состав на больших площадях залегания. Не содержат вредных крупнозернистых карбонатных включений, значительных включений гипса и других минералов и горных пород. Основным компонентом является опаловый кремнезём, что предполагает его активное участие в процессах спекания и формирования структуры керамического черепка.

2. Структурные характеристики. Микропористая структура черепка, пониженная средняя плотность обуславливают соответственно и получение керамического черепка с пониженной средней плотностью и теплопроводностью.

3. Геолого-экономические предпосылки. Запасы опок и литологических разновидностей огромны. Мощность продуктивных толщ многих месторождений достигает десятков метров, что не требует значительного отвода земельных угодий для эксплуатации месторождений.

4. Снижение энергетических затрат. Пониженная средняя плотность позволяет сократить топливо-энергетические затраты, связанные с

производством изделий, а при их использовании, за счёт сокращения энергозатрат на отопление зданий.

5. Технологические свойства. В силу особенностей вещественного состава и структуры, керамические массы на основе опок должны обладать небольшой усадкой, удовлетворительной формуемостью, малой чувствительностью к сушке, что предполагает ускоренные режимы сушки и обжига без деформации изделий и образования трещин.

6. Цвет изделий. Широко распространенные переходные карбонатные разновидности опок дают после обжига черепок светлой окраски (жёлтый, бежевый, розовый), что делает их весьма привлекательными для применения их в качестве материала для ландшафтного дизайна городских территории. К вышесказанному можно добавить, что расширение минерально-сырьевой базы промышленности искусственных заполнителей, ввод нового нетрадиционного сырья, при отсутствии запасов сырья является весьма актуальной задачей.

2.2 Критерии и выбор объектов исследований

При разработке критериев выбора опок для исследований послужил анализ ранее проведённых работ по получению керамических материалов на основе кремнистых пород, а также требования, предъявляемые к глинистому сырью для получения искусственного щебня (термолита). Исходя из этого, при выборе сырьевых материалов придерживались следующих основных требований:

- содержание диоксида кремния (Si02) не должно превышать 85 %, в том числе свободного кварца - не более 25 %;
- содержание оксида алюминия (A12O3) должно быть более 5,0 %;
- сумма оксидов кальция (CaO) и магния (MgO) не должна превышать 20 %;
- сумма соединений серы в пересчете на $S0_3$ не должна быть более 2,0 %;
- сумма оксидов железа ($FeO+Fe_20_3$) - не более 10,0 %;
- сумма оксидов калия и натрия (K_20+Na_20) - не более 6,0 %.

Также при выборе конкретных месторождений учитывались следующие факты:

- окремнелые опоки встречаются в природе достаточно редко.
- наибольшее распространение в природе получили не «чистые» опоки, а их глинистые, карбонатные и смешанные литологические разновидности.

Сырьевыми материалами для проведения исследований послужили разведанные ранее и разведанные при участии автора месторождения опок Таскалинского месторождения

На данных месторождениях отбирались представительные лабораторно-технологические пробы для изучения химического и минералогического состава, физических и технологических свойств. Предварительными исследованиями установлена принципиальная возможность получения искусственного щебня (термолита) на основе опок.

Проведённый анализ позволил определить, что из всего многообразия опок можно выделить несколько литологических разновидностей, которые могут стать базовыми для установления их технологических характеристик.

На основе предварительного масштабного изучения вещественного состава опок, лабораторно-технологических исследований, а также заводских испытаний нами было выделено одно месторождения опоковидных пород, пригодных в качестве основного сырья для производства искусственного щебня (термолита).

Также результаты предварительных исследований показали необходимость разработки классификационной схемы литолого-технологических разновидностей опок как сырья для производства искусственного щебня (термолита).

2.2.1 Изучение химико-минералогического состава

Определение химико-минералогического состава сырьевых материалов и обожжённых образцов осуществлялось комплексом методов для получения максимально возможной достоверности результатов. Химический [силикатный] анализ определялся - по ГОСТ 2642.0 - 89; ГОСТ 2642.8 - 86; ГОСТ 21216.6 - 93; ГОСТ 21216.11 - 93. При петрографических исследованиях изготавливались шлифы, которые просматривались на поляризационных микроскопах «POLAM» различных модификаций. Порошкообразные материалы изучались на бинокулярных микроскопах. Учитывая микрозернистую, аморфную и крипто-кристаллическую структуру опок и обожжённого материала использовались рентгенофазовый и термический анализы, а также электронная микроскопия.

Рентгенофазовые исследования проводились на приборах ДРОН-3 на Си-излучении с медным фильтром в режиме 30 к-14 мА при скорости движения ленты 720 мм/ч и скорости вращения препарата 2°/мин, а также на приборе ARL XTRA с шириной щелей 2-4-1-0,5.

Рисунок 4 – Общий вид рентгеновского аппарата ДРОН-3

Для контроля стабильности режима работы приборов периодически фиксировалась дифрактограмма эталонного образца. Расшифровка дифрактограмм проводилась с использованием соответствующих методик и путем сопоставления с подобными исследованиями. Условия съемки на дифрактометре ARL X'TRA: интервал - 5-70°; скорость: 5-6 град/мин; напряжение - 40 кВ; ток - 30 мА.

Термические анализы проводились на приборе – DERIVATOGRAPH Q – 1500D. (рисунок 5) Навески нагревались до 1000 - 1100 °С. Интерпретация полученных результатов выполнялась с использованием соответствующих методик.

Препараты для анализа вышеописанными методами изготавливались из одного куска исследуемого образца, измельчением его в порошок с дисперсностью зёрен менее 0,071 мм.

Рисунок 5 – Общий вид прибора DERIVATOGRAPH Q – 1500D

В процессе исследования использована Региональная университетская лаборатория инженерного профиля «ИРГЕТАС» по направлению: «Высокие технологии получения новых материалов на основе комплексного использования ресурсов горно-металлургической промышленности», Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева и Кызылординского государственного университета им. Коркыт ата. В этих лабораториях проведены следующие исследования:

- определение структуры материалов, идентификация кристаллических фаз, определение размера частиц и кристаллов, определение количественного соотношения кристаллической и аморфной фаз с помощью просвечивающего электронного микроскопа JEM-2100 фирмы «JEOL» (рисунок 6)

Рисунок 6 – Просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100 фирмы «JEOL»

- изучение топографии и микроструктуры поверхности, различных образцов, качественный и количественный анализ состава образца в точечной области, построение профилей распределения элементов вдоль выбранной линии, получение карт распределения элементов с выбранного участка с помощью растрового электронного микроскопа JSM-6390LV фирмы LEOL (рисунок 7);

Рисунок 7 – Растровый электронный микроскоп JSM-6390LV фирмы LEOL

- качественный и количественный фазовый анализ, определение параметров ячейки и ориентировки кристаллов, анализ структур поликристаллов, микронапряжений и текстур с помощью дифрактометра ренгеновского XPert (рисунок 8);

Рисунок 8 – Дифрактометр ренгеновский XPert

2.2.2 Лабораторно-технологические испытания

Макроскопическое описание сырья осуществлялось по методике ВНИИ-строма им. П.П. Будникова на основании осмотра лабораторной пробы с помощью лупы или невооруженным глазом. При этом учитывают следующие особенности исследуемого сырья: цвет, оттенок (в сухом и влажном состоянии), структуру, текстуру, наличие карбонатных включений (вскипание от 10-% HC1), содержание других примесей.

Сушильные свойства определялись ускоренным методом А.Ф. Чижского основанным на длительности периода облучения свеже-отформованного образца лучистым тепловым потоком до момента возникновения на нем трещин (рисунок 9).

Рисунок 9 – Лабораторная установка по определению коэффициента чувствительности глин к сушке по методу А.Ф. Чижского

Для первичного дробления и измельчения использована лабораторная щековая дробилка марки ДЩ 80-150 (рисунок 10).

Рисунок 10 – Дробилка щековая ДЩ 80-150

Определение огнеупорности проводилось по ГОСТ 21216.11-93 на образцах представляющих собой треугольные усеченные пирамидки высотой 60 мм со стороной нижнего основания 15 мм и верхнего 5 мм которые формовались из пластической массы с нормальной рабочей влажностью. Спекаемость опок исследовалось по ГОСТ 21216.9-93, который основан на определении водопоглощения и плотности образцов, обожжённых при разных температурах. определялись величины воздушной линейной и объёмной усадок образцов.

Обжиг производились в лабораторных электрических печах (СНОЛ) (рисунок 11) и вращающиеся печи (RSR120/1000/13) (рисунок 12) с автоматической терморегулировкой по заранее установленному режиму в интервале температур 800-1200 °С (рисунок 11)

Рисунок 11 – Лабораторная электрическая печь СНОЛ 80/12

Рисунок 12 – Лабораторная высокотемпературная вращающаяся печь RSR120/1000/13

Для определения теплопроводности образцов, изготовленных из кремнистых и глинистых материалов, использовали измеритель теплопроводности ИТП-МГ-4 «ЗОНД» (рисунок 13).

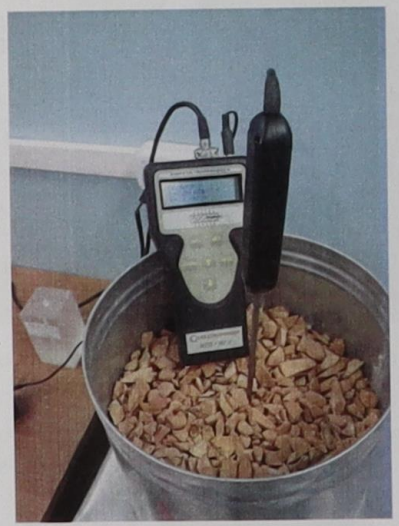


Рисунок 13 – Измеритель теплопроводности ИТП-МГ-4 «ЗОНД»

ГЛАВА 3. ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И КЕРАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОПОК

3.1 Химический состав и электронно-микроскопические исследования

При выполнении данной работы было изучено кремнистая порода – опока Таскалинского месторождения Западно - Казахстанской области.

Кремнистая порода опока Таскалинского месторождения (рисунок 14) расположено в 1,7—2,8 км к юго - востоку от станции. Шипово.

Запасы опок Таскалинского месторождения утверждены геологической разведкой (протокол № 4589 от 26.04.1985 г.) в следующих количествах по категориям (в тыс. т): А — 6223, В — 6545 и С — 9651.

Кремнистая порода - опока Таскалинского месторождения представляет собой легкую, твердую, микропористую горную породу. Согласно геологическим данным опоки залегают в палеогеновых и меловых отложениях, образуются в морских бассейнах за счет уплотнении и цементации диатомитов и трепелов.

Их плотность составляет 1,3-1,5 г/см^3. Белые или серые, зеленоватые легкие породы с редкими остатками диатомовых водорослей, радиолярий и спикул губок (рисунок 14)

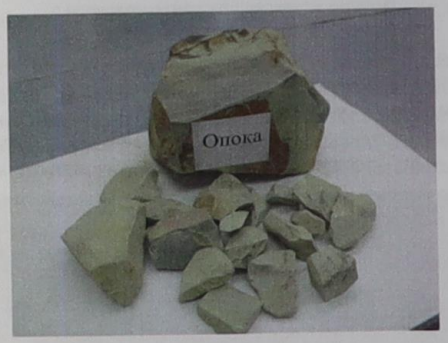


Рисунок 14 – Кремнистая порода - опока Таскалинского месторождения в природном виде

Подготовка образцов для электронно-микроскопических исследований

Материаловедческая пробоподготовка включает в себя группу приборов, осуществляющих цикл операций поподготовке препаратов к сканирующей электронной микроскопии. Лаборатория включает в себя линейныйпрецизионный отрезной станок, автоматический станок для

горячей запрессовки, систему вакуумной пропитки, шлифовально-полировальный станок, вибрационный полировальный станок. В результате полногоцикла подготовки, как сам образец, так и его поверхность подготавливается к исследованию в сканирующем электронном микроскопе и получению изображений с максимальным разрешением.

Линейный отрезной станок Buehler IsoMet 5000 позволяет приготовить прецизионные срезы негабаритных образцов для дальнейшей подготовки к сканированию.

Рисунок 15 – Линейный прецизионный отрезной станок Buehler IsoMet 5000

Автоматический станок для горячей запрессовки предназначен для иммобилизации образца в специальныйкомпаунд. Он готовит образец к дальнейшей обработке и подготовке поверхности. В зависимости от задач компаунд может быть проводящим и непроводящим. Прибор работает в температурном диапазоне 50-300 0С и при давлении 80-300 бар. Плавный нагрев и охлаждение позволяют избежать деформации образца.

Рисунок 16 – Автоматический станок
для горячей запрессовки образцов Buehler SimpliMet

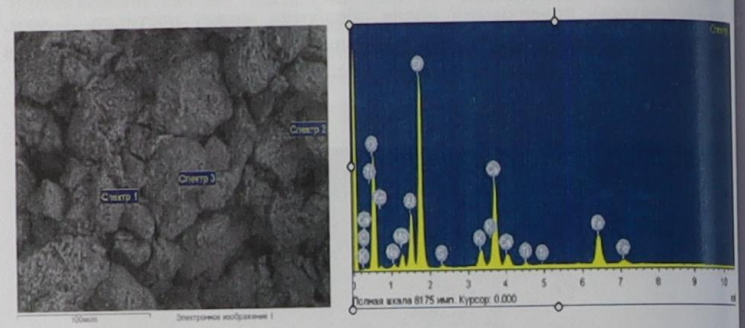
Шлифовально-полировальный станок EcoMet предназначен для полировки поверхности образца,заключенного в компаунде. При помощи использования различных шлифовальных и полировальных дисков-шероховатость поверхности после обработки может достигать 1 мкм. Широкие возможности управленияпараметрами работы прибора позволяют подобрать индивидуальные условия для каждого объекта.

Рисунок 17 – Шлифовально-полировальный станок EcoMet 250
с полуавтоматической насадкой AutoMet 250

Установка вакуумной полимеризации Buehler Cast N Vac 1000 предназначена для иммобилизации мелких,хрупких и сыпучих объектов в специальные смолы. Фиксация объектов в смоляных блоках позволяетпровести дальнейшую обработку их поверхности для исследования в сканирующем электронном микроскопе.

Рисунок 18 – Установка вакуумной полимеризации Buehler Cast N Vac 1000

При рассмотрении под микроскопом и проведение анализа с помощью растрового электронного микроскопа (РЭМ) были выявлены следующие результаты:



а) б)

Рисунок 19 – Спектры и микроструктура кремнистой породы – опоки Таскалинского месторождения: а) микроструктура (увеличение х550) б) спектры

Таблица 2 – Химический элементный состав опоки Таскалинского месторождения

Спектр	В стат.	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Итог
Спектр 1	Да	54.26	1.59	1.19	7.61	24.35		1.95	6.04	0.65		2.37	100.00
Спектр 2	Да	49.68	0.77	1.50	4.97	17.77	0.32	2.20	11.61	0.45		10.73	100.00
Спектр 3	Да	51.87	0.77	1.12	3.44	26.24	4.35	0.96	8.89	0.16		2.21	100.00
Суммарный спектр	Да	53.79	0.93	1.62	5.25	22.60	0.36	1.15	9.46	0.36	0.13	4.36	100.00
Макс.		54.26	1.59	1.62	7.61	26.24	4.35	2.20	11.61	0.65	0.13	10.73	
Мин.		49.68	0.77	1.12	3.44	17.77	0.32	0.96	6.04	0.16	0.13	2.21	

По результатам анализа видно, что основная опаловая масса породы буквально «пропитана» глинистым веществом. При большом увеличении видно преимущественно игольчатое и таблитчатое строение основной массы глинистых минералов. Глинистая составляющая представлена в количестве 20-50 %. Встречаются единичные органогенные остатки в виде спикул губок. Алевритовый материал представлен в основном неокатанными зернами кварца (до 15 %) и зернами глауконита (около 5 %) ярко-зеленого цвета. Достаточно часто наблюдаются относительно крупные (до 0,5 мм) чешуйки слюды. По микротрещинам хорошо просматривается концентрация гидрооксидов железа.

Химический оксидный состав опоки Таскалинского месторождения приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический оксидный состав кремнистой породы – опоки Таскалинского месторождения

Наименование сырья	Содержание оксидов, мас.%									
	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Fe_2O_3	SO_3	Na_2O	K_2O	п.п.п.
Кремнистая порода – опока	66,98 - 83,5	5,76 - 12,95	0,1 - 0,62	0,24 - 17,9	0,43 - 1,39	1.39 - 4,8	0,03 - 0,97	0,15 - 0,78	1,13 - 2,85	1,85 - 18,9

3.2. Минералогический состав

Именно минералогический состав и структурные особенности опок в значительной степени оказывают влияние на их технологические свойства и свойства полученных изделий. В силу этого детальное изучение минералогического состава опоковидного сырья является необходимым условием для решения задач, поставленных перед настоящим исследованием. Учитывая особенности состава опок - присутствие аморфных, кристаллических и переходных фаз, тонкозернистую структуру, наличие смешанных образований и т.д., для их изучения предусматривался комплекс методов, включающих петрографический, рентгенофазовый, термический анализы, а также электронную микроскопию.

3.2.1. Петрографические исследования

Макроскопическое описание отобранных для исследований различных литологических разностей опок выполнялось по схеме, принятой при геологических изысканиях. Изучение проводилось с помощью поляризационного микроскопа, для чего изготовлялись шлифы в количестве 3-5 штук для каждой пробы. Для сокращения объёма описательной части все исследуемые пробы опок условно были объединены в четыре группы: опоки малоглинистые некарбонатные, опоки среднеглинистые и глинистые, опоки карбонатные и опоки глинисто-карбонатные. Обобщенные результаты петрографических исследований сведены в таблицу 4 и 5

Таблица 4 – Минералогический состав кремнистой породы - опоки Таскалинского месторождения (ЗКО) определенного с помощью прибора Дифрактометр ренгеновский XPert

No.	Visible	Ref. Code	Compound Name	Chemical Formula	Score	Scale Factor	Semi Quant [%]
1	True	01-070-2517	Quartz low - theoretical	$Si O_2$	62	0,978	-
2	True	01-073-0603	iron(III) oxide	$Fe_2 O_3$	35	0,047	-
3	True	00-048-0476	Octadecasil	$Si O_2$	12	0,147	-
4	True	00-009-0478	Anorthoclase, disordered	$(Na , K) (Si_3 Al) O_8$	30	0,169	-

Таблица 5 – Усредненный минералогический состав кремнистой породы - опоки Таскалинского месторождения Западно-Казахстанской области, %

Наименование породы	Опал-кристо болит	Глинистые минералы	Кальцит	Кварц	Слюда	Глауконит	Органогенные остатки
Кремнистая порода – опока	54-78	15-22	до 6	4-7	2-4	2-3	до 12

Кроме того установлено, что опока Таскалинского месторождения обладает относительно низкой средней плотностью в пределах 1200 - 1350 кг/м^3, и отличается хорошей влагоёмкостью, высокой гидравлической и адсорбционной активностью.

В куске порода очень быстро впитывает воду, что говорит о её высокой пористости. Средняя плотность в куске составляет 1,25-1,35 г/см, истинная плотность - около 2,20-2,40 г/см. Наблюдения под микроскопом показывают, что основная масса породы сложена глобулярным опалом с низким коэффициентом преломления, в массе которого равномерно распределено глинистое вещество и небольшое количество терригенных примесей. В опаловой массе наблюдаются органогенные включения, представленные в основном остатками диатомовых водорослей. Некоторые панцири диатомеи хорошо сохранились, так что видно их ячеисто-сетчатое строение. Определить под микроскопом минеральный состав глинистой составляющей ввиду высокой дисперсности не представляется возможным. Терригенная составляющая представлена преимущественно окатанными зёрнами кварца (до 5-10 %) размером от 0,1 до 0,5 мм, чешуйками и иголочками слюды (около 5 %), имеющей высокие цвета интерференции и единичными зёрнами глауконита (1-3 %) округлой формы. Под микроскопом наблюдается, как правило, едва заметная

микрослоистость в строении породы. Микрослои отличаются повышенным количеством глинистого вещества.

3.2.2 Рентгенофазовый анализ (РФА)

Подготовка образцов для проведения для рентгенофазового анализа (РФА)

Для рентгеновского структурного анализа очень важно получить образец в виде монокристалла. Но это может оказаться непреодолимой проблемой в виде технических сложностей при подборе условий выращивания монокристаллов. Однако развитие методов обработ ки данных рентгеноструктурного анализа позволяет устанавливать структуру и на поликристаллических образцах. Поликристалли ческий объект (порошок) содержит множество мелких кристалликов (или их обломков) различной ориентировки. Поэтому если на такой образец направить пучок рентгеновских монохроматических лучей с определенной длиной волны λ, то в отражающем положении окажется большое количество атомных плоскостей, для которых выполняется условие Вульфа-Брэгга: $\lambda = 2d\sin\theta$. При этом однотипные серии плоскостей с одинаковым межплоскостным расстоянием d, расположенные под углом θ к первичному пучку, несмотря на их различную по отношению к нему ориентацию, будут отражать рентгеновские лучи под одними и теми же одинаковыми углами.

Важно во время съемки образца осуществлять его вращение в плоскости, что приводит к увеличению эффективного объема, участвующего в формировании дифракционной картины и уменьшению влияния текстуры. Он может быть срезом большого кристаллического объекта, в виде спрессованной таблетки порошка или в виде порошка, нанесенного на плоскость держателя (обычно достаточно 0.1 г, размер частиц — 10-3-10-4 мм). Если образец представляет собой металлическую пластину, минеральный шлиф или любой другой объект с ровной поверхностью, Кюветы для образцов изготавливают из стекла марки «Пирекс» или кварцевого, глубина ее составляет 0.5-1.5 мм.

Вещество может приклеиваться к подложке (пластилин, специальные клеи). При использовании клеящего вещества следует помнить, что рассеяние рентгеновских лучей на этом веществе может внести изменения в дифрактционную картину образца (особенно, если это вещество выходит за границу образца и попадает в площадь фокусировки лучей). Поэтому необходимо использовать либо аморфное вещество, либо знать рентгенограмму этого клеящего вещества. Напрактике широкое распространение получил метод «порошка» из за простоты и универсальности: объект не разрушается при анализе, требуется небольшое количество, нет необходимости выращивания монокристаллов. Порошок помещается в углубление в кювете, готовится «кашица» из порошка, смоченного в спирте и прессуется плоским материалом.

Однако если исследуемый образец реагирует со спиртом, то применяют органические клеи, вазелин. Спирт быстро испаряется и не влияет на линию фона, положение и интенсивность дифракционных отражений. Вазелин вносит свой вклад, прежде всего в изменение интенсивности отражений. При прессовании в образце может возникнуть текстура — закономерная укладка одинаково ориентированных по плоскостям или граням кристаллитов. Она не является помехой для измерения дифракционных максимумов, но если образец сильно текстурирован, то на рентгенограмме могут остаться рефлексы, полученные только от отражения плоскостями, которые сильно сцеплены между собой.

Образование текстуры вызывается внешними силами, имеющими преимущественное направление. Например, при получении твердых материалов при кристаллизации из расплава таким направлением может оказаться направление отвода тепла; при деформации металлических сплавов — это направление, в котором происходит изменение размеров.

В текстурированных материалах зерна ориентированы так, что определенные кристаллографические направления или нормали к плоским сеткам кристалла группируются более или менее плотно вокруг некоторых направлений, оказавшихся привилегированными.

Если нарушена плоская поверхность образца, то это может привести к расширению дифракционных пиков, их смещению и искажению интенсивностей. Чрезмерное измельчение пробы приводит к дифракционному уширению отражений (размытость линий).

Уширение линий дифрактограммы может быть вызвано и условиями синтеза изучаемых объектов (например, получение фаз в наносостоянии). Часто грубозернистость предпочтительнее ультрадисперсности. Но при недостаточном растирании до однородности частиц может наблюдаться нечеткая дифракционная картина. При чрезмерном растирании также могут произойти полиморфные превращения

По результатам рентгенофазового анализа (рисунок 20) установлено, что в качестве основного минерала присутствует аморфный кремнезем (SiO_2)

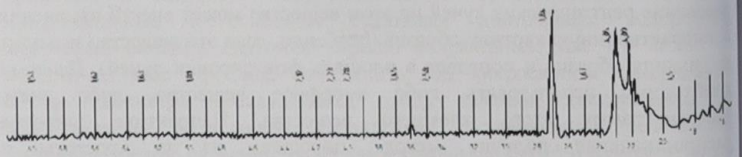


Рисунок 20 – Рентгенограмма кремнистой породы – опоки Таскалинского месторождения.

3.2.3 Дифференциально- термический анализ (ДТА)

Подготовка образцов для дифференциально – термического анализа (ДТА)

ДТА является экспресс-методом. Этот калориметрический метод достаточно быстрый и, в сравнении со многими другими калориметрическими методами, недорогой.

Дифференциальный термический анализ (ДТА) основан на регистрации разности температур исследуемого вещества и инертного образца сравнения при их одновременном нагревании или охлаждении. При изменении температуры в образце могут протекать процессы с изменением энтальпии, как например, плавление, перестройка кристаллической структуры, испарение, реакции дегидротации, диссоциации или разложения, окисление или восстановление. Такие превращения сопровождаются поглощением или выделением тепла, благодаря чему температура образца и эталона начинают различаться. Этим методом удается зафиксировать даже малые изменения температуры образца, благодаря конструкции прибора, а именно тому, что регистрирующие термопары от образца и эталона соединены навстречу друг другу. Повышенная чувствительность дифференциального метода позволяет исследовать образцы малого веса (до нескольких мг).

С помощью метода ДТА можно проводить термодинамические и кинетические исследования. Непосредственно данным методом измеряются теплоты химических и фазовых превращений, а также теплоемкости веществ. Данные ДТА могут служить для построения фазовых диаграмм: с их помощью определяют, как правило, вид изобарных сечений в области равновесий кристаллическая фаза - расплав. В некоторых случаях ДТА измерения позволяют проводить кинетический анализ химических реакций: определять число, последовательность и кинетические параметры стадий реакции.

Для подготовки образцов для дифференциально – термического анализа (ДТА) кремнистая порода – опока предварительно подвергались дроблению в лабораторной щековой дробилке до получения фракции 10-20 мм. После дробления образцы опоки подвергались помолу в лабораторной шаровой мельнице до получения тонкого порошка.

До начала проведения термических исследований стоит подробнее остановиться на требованиях, которые предъявляются к исследуемому образцу.

Образец не должен взаимодействовать с материалом тигля, в против случае полученные данные не могут быть верно интерпретированы. Если произошло взаимодействие тигля с образцом, то вероятнее всего, что такой тигель уже не может быть использован в дальнейших исследованиях.

При исследованиях учитывать физико-химические свойства образца и не допускать испарения компонентов исследуемого материала в том

случае, когда это приводит к загрязнения печки. Для получения более точных результатов стоит также учитывать, что образец должен быть как можно более однородным. Материала должно быть столько, чтобы можно было покрыть дно тигля.

Это необходимо для более точного считывания значений температур образца.

Термический анализ позволяет по процессам, происходящим при нагревании и охлаждении того или иного материала, установить его вещественный состав с определённой степенью достоверности, а также прогнозировать оптимальный режим обжига керамических изделий. Наряду с ДТА проводится и ДТГ, который дает возможность устанавливать изменения массы в образце при нагревании. При этом ТГ - кривая, представляющая собой график зависимости изменения массы вещества от времени и температуры. Кривая ДТГ регистрирует скорость изменения массы вещества как функцию от времени или температуры внешней среды.

Кривые дифференциально - термического и дифференциально термогравиметрического кремнистой породы - опоки представлен на рисунке 21

Анализируя полученные результаты ДТА и ДТГ, можно отметить эндоэффект у всех исследуемых разновидностей опок в интервале температур 80-130 °С, что характерно для процессов удаления свободной воды, адсорбированной как опалом, так и глинистыми минералами. Количество удаленной воды в изучаемых породах при температуре 105 °С составляет до 3 %. Второй эффект наблюдается при 170°С.

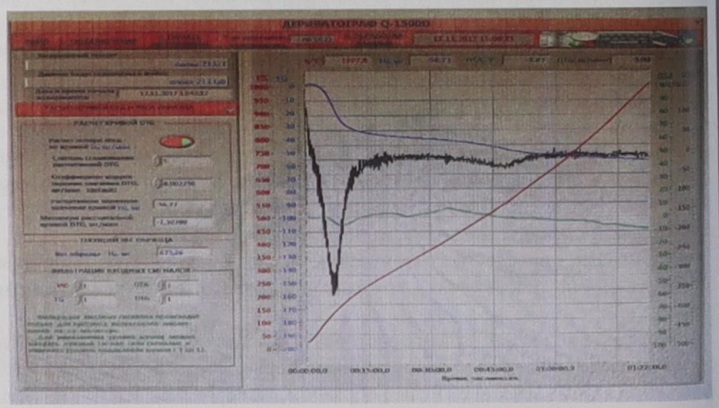


Рисунок 21 – Результаты дифференциально – термического анализа кремнистой породы – опоки Таскалинского месторождения

Данный эффект обусловлен выделением воды из структурных элементов данных пород - выделение из микропор опалового кремнезёма, глинистой и карбонатной составляющей. Третий эффект при 330 °С связан с потерями адсорбционной воды. Следующий эффект при 420 °С вероятно связан с полиморфными превращениями кальцита.

3.3 Исследование дообжиговых керамических свойств

3.3.1 Гранулометрический состав

Учитывая тот факт, что кремнистые породы в природном состоянии обладают неко-торой сырцовой прочностью, определение их оптимальных составов производилось в разрезе различных фракций, получаемых путем их дробления.

Для решения поставленной задачи кремнистая порода – опока подвергались исследованию по следующим параметрам:

- определение и систематизация размера кусков опоки естественного отбора;
- определение естественной карьерной влажности опоки;
- определение наиболее рациональных способов с целью перевода их на требуемые фракции путем дробления.

Для определения и систематизации размера кусков опоки естественного отбора с карьера экскаватором разработана партия опоки с выгрузкой на автосамосвал в количестве 500 кг. Затем отобранная партия подвергалась ситовому анализу. Результаты ситового анализа представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты ситового анализа

Размеры фракций, мм	Содержание фракций, %
более 150	15
150 -100	15
100 - 50	20
40-20	30
20-10	15
10-5	3
менее 5	2

Для определения естественной карьерной влажности опоки, разделенные фракции сушились в сушильном шкафу при температуре 80 – 90^{0}С до постоянной массы. Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты определения естественной карьерной влажности опоки

Размеры фракций, мм	Продолжительность сушки, час	Влажность в %
более 150	7 - 8	19 -21
150 -100	7- 8	17 - 18
100 - 50	4 - 5	16 - 17
40-20	3 - 4	15 - 16
20-10	2 – 2,5	14 -15
10-5	1,5 - 2	13 - 14
менее 5	1,0	10 - 12

Для определения наиболее рациональных способов дробления с целью перевода их на требуемые фракции проведен анализ оборудования с учетом максимального выхода требуемой фракции с минимальным образованием пылевидных частиц.

Для разработки технологических параметров первичного дробления на начальном этапе анализированы различные дробилки от ведущих производителей России, Украины, Германии и других стран.

В результате выявлено два вида дробилок наиболее приемлемых для перевода кусковой опоки на требуемые фракции. Это молотковые дробилки и щековые дробилки. Учитывая физико-механические свойства опоки и результаты предварительных лабораторных испытаний, сделан окончательный выбор в пользу щековых дробилок.

Для определения физико-механических свойств опоки по фракциям использовали лабораторную молотковую дробилку. После дробления опоки разделили на три фракции 5-10мм, 10-20мм, 20-40мм и подвергались испытанию по определению физико-механических свойств. Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Физико-механические свойства опоки Таскалинского месторождения по фракциям

Размер фракций, мм	Насыпная плотность, г/см^3	Водопоглащение, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Теплопроводность, Вт/м×К
5-10	640	27	3,5	0,12
10-20	625	26	3,9	0,09
20-40	590	25	4,1	0,07

На следующем этапе были проведены испытания по определению физико-механических свойств опоки в зависимости от способа дробления и объема образования пылевидных частиц после дробления. Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 9

Таблица 9 – Физико-механические свойства опоки Таскалинского месторождения по фракциям

Вид дробления опоки	Размер фракций, мм	Предел прочности при сжатии, МПа	Водопоглащение, %	Пылевидные частицы, %
Молотковая дробилка	5-10	3,4	31	3-4
	10-20	3,6	30	2-3
	20-40	3,8	29	1-2
Щековая дробилка	5-10	3,2	31	5-7
	10-20	3,5	30	4-6
	20-40	3,7	29	3-5

Анализ полученных экспериментальных результатов показали, что прочность фракций опок при дроблении с использованием щековой дробилки выше на 6-7% по сравнению с фракциями дробленных с помощью молотковой дробилки. Кроме того, следует отметить при дроблении фракций опок с использованием щековой дробилки, образование пылевидных частиц меньше на 40 – 50% больше чем при дроблении молотковой дробилки.

В результате проведенных научно-экспериментальных работ установлено, что для последующего помола наиболее оптимальной фракцией является 5-10мм дробленых щековой дробилкой.

3.3.2 Сушильные свойства

Важной характеристикой при испытаниях сырьевых материалов для производства стеновой керамики является определение сушильных свойств. Чувствительность к сушке определяет способность отформованного сырца противостоять без трещин и деформаций внутренним напряжениям, возникающим в результате удаления воды затворения. Эта способность численно выражается коэффициентом чувствительности. Чувствительность к сушке зависит от минерального состава сырья, дисперсности, пористости, особенностей тепло- и массообмена и ряда других факторов. Для глинистого сырья характерно то, что каолиновые глины менее чувствительны к сушке, а монтмориллонитовые отличаются максимальной чувствительностью. Гидрослюдистые глины занимают промежуточное положение. Существует два метода определения коэффициента чувствительности к сушке метод, разработанный З.А. Носовой и метод А.Ф. Чижского. Метод Носовой основан на следующем утверждении: чувствительность к сушке тем выше, чем больше объёмное содержание воды в образце в момент окончания усадки. В качестве критерия используется отношение объёмной усадки (уменьшения объёма) в сушке к пористости образца в воздушно-сухом состоянии. Метод А.Ф. Чижского основан на облучении образца мощным

лучистым тепловым потоком до момента появления в нём трещин. Значение периода облучения в секундах и является критерием чувствительности к сушке: высокочувствительные - менее 100 с; среднечувствительные - 100-180 с и малочувствительные - более 180 с. Метод А.Ф. Чижского нашёл более широкое практическое применение, так как является прямым методом и даёт возможность сравнивать показатели для различных видов сырья. Проведённые нами исследования показали, что опоки являются сырьём преимущественно малочувствительным к сушке. При облучении лучистым тепловым потоком на образцах не образуется трещин вплоть до полного высыхания, несмотря на высокую формовочную влажность. Связано это прежде всего с пористой микроструктурой сырья, обусловливающей высокую газо- влагопроницаемость. При интенсивной сушке образцы «легко» отдают влагу, без возникновения внутренних напряжений. Также одним из факторов обуславливающих малую чувствительность к сушке, является относительно небольшая воздушная усадка, характерная для кремнистых пород.

При этом определённое влияние оказывает степень измельчения исходного сырья. С увеличением крупности зёрен исходного сырья чувствительность к сушке снижается. На рисунке 3. показано влияние зернового состава, характеризуемого наибольшей крупностью зёрен 0,315; 0,63; 1,25 и 2,5 мм. По результатам научно-экспериментальных исследовании установлено, что с увеличением крупности зёрен исходного сырья чувствительность к сушке снижается.

На рисунке 3. показано влияние зернового состава, характеризуемого наибольшей крупностью зёрен 0,315; 0,63; 1,25 и 2,5 мм, исходного дробленого сырья на чувствительность к сушке. Усредненный зерновой состав дробленого сырья приведён в таблице 3

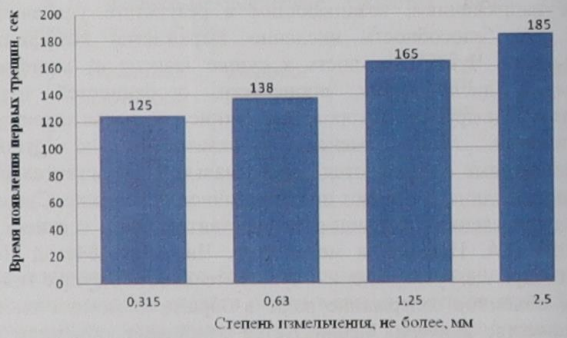


Рисунок 22 – Влияние степени измельчения на чувствительность к сушке

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЖИГОВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОПОКИ

4.1 Определение конкретных режимов термоподготовки сырцовых фракций

Для решения задачи были приготовлены образцы для проведения экспериментальных исследований. Для подготовки образцов на основе кремнистой породы опоки, породу подвергали дроблению в лабораторной дробилке марки МШЛ 250х100. До образования кусков 5-40 мм и с помощью ситового анализатора были разделены на 3 фракции (5-10мм, 10-20мм, 20-40мм).

Для производства искусственного щебня технологически важным этапом является предварительная термоподготовка. От определения параметров термоподготовки зависят конечные свойства и качество выпускаемой продукции. Основными технологическими параметрами термоподготовки являются начальная температура термообработки и её продолжительность. Основным достижением определения оптимальной температуры термоподготовки является получение качественной продукции в условиях ускоренного обжига. В производственных условиях ускоренный процесс обжига осуществляется во вращающихся печах.

Для проведения экспериментальных исследований образцы кремнистой породы опоки помещались в лабораторную электрическую печь и термообрабатывались при различных температурах по специально разработанному режиму.

Начальную температуру термоподготовки для кремнистой породы опоки принимали 100^0С. Для определения оптимальной температуры термоподготовки для кремнистой породы - опоки принимались следующие температуры 100^0С, 200^0С и 300^0С.

Эти температурные показатели принимались с учетом ранее определенных физико-механических свойств сырья, а также с учетом их химико-минералогического состава. Методика определения оптимальной температуры термоподготовки заключалась в следующем: образцы кремнистой породы опоки предварительно нагревались до указанных температур со скоростью подъема температур 100-150^0С. Образцы при указанных температурах выдерживались в течение одного часа и подвергались резкому подъему температур до 950-1000^0С. За оптимальную температуру термоподготовки принималась та температура, при которой образцы обжигались без образования трещин и разрушений.

По результатам экспериментальных исследований установлена оптимальная температура термоподготовки исследуемых объектов. Для кремнистой породы опоки она составляет 200-300^0С.

4.2 Определение конкретных режимов скорости подъема температуры и конкретных режимов скоростного обжига сырцовых фракций

Следующим важным технологическим параметром для производства искусственного щебня является режим скорости подъема температуры для скоростного обжига сырцовых фракций кремнистой породы опоки [50-52].

Для определения скорости подъема температуры и для определения оптимальной температуры обжига исследуемых объектов придерживались следующей методике проведения экспериментальных исследований.

Для решения поставленной задачи предварительно термоподготовленные образцы кремнистой породы опоки подвергались скоростному обжигу в электрических печах СНОЛ 80/12 и RSR120/1000/13 с регулируемой скоростью подъема температур. Для скоростного обжига фракции кремнистой породы опоки термоподготовленные в интервале температур 200-300^{0}С, подвергались скоростному обжигу.

Фракции кремнистой породы опоки подвергались скоростному обжигу при следующих скоростях подъема температуры: - 100^{0}С, 200^{0}С и 300^{0}С. При этом максимальная температура обжига подбиралась для фракции кремнистой породы опоки по результатам прочностных показателей и насыпной плотности спеченных фракций.

На рисунке 23 представлены разработанные режимы скоростного обжига в электрической печи.

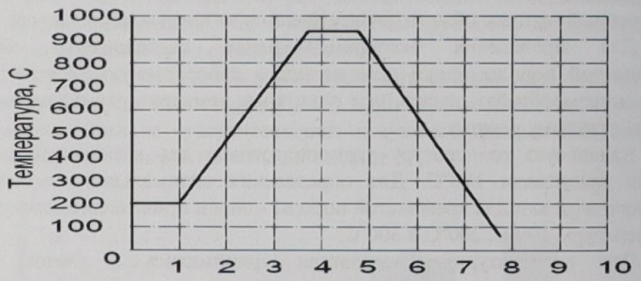


Рисунок 23 – Режим скоростного обжига для кремнистой породы опоки

Таблица 10 – Зависимость прочности при сжатии и насыпной плотности исследуемых объектов от скорости подъема температур

Наименование исследуемых объектов	Скорость подъема температур, ^{0}С в час	Максимальная температура обжига, ^{0}С	Прочность при сжатии, МПа	Насыпная плотность, кг/м^3	Морозо стойкость, число циклов
Кремнистая порода опока	100	950 ± 20	52	750	более 50
	200		51	740	45
	300		Появляются трещины	735	15

Как показывают результаты исследований скорость подъема температур, и максимальная температура обжига значительно влияют на технологические и физико-механические свойства готовых изделий. При скоростном обжиге кремнистой породы опоки при 300^{0}С и более в области максимальных температур появляются трещины, что сказывается на конечных свойствах готового продукта. При скоростном обжиге 100-200^{0}С наблюдается требуемые качество касательно прочности при сжатии и насыпной плотности. Следует отметить, при указанных температурных интервалах скоростного обжига значительных разбросов показателей свойств не наблюдается, при этом прочность при сжатии термообработанных образцов при температуре 950± 20^{0}С составляет 51-52 МПа, а насыпная плотность находится в пределах 735-750 кг/м^3. Согласно ГОСТу 22263-76 «Щебень и песок из пористых горных пород», искусственный щебень из опоки соответствует по прочности марке П50, а по насыпной плотности марке 700-800, а по морозостойкости марки F 25 - F 50.

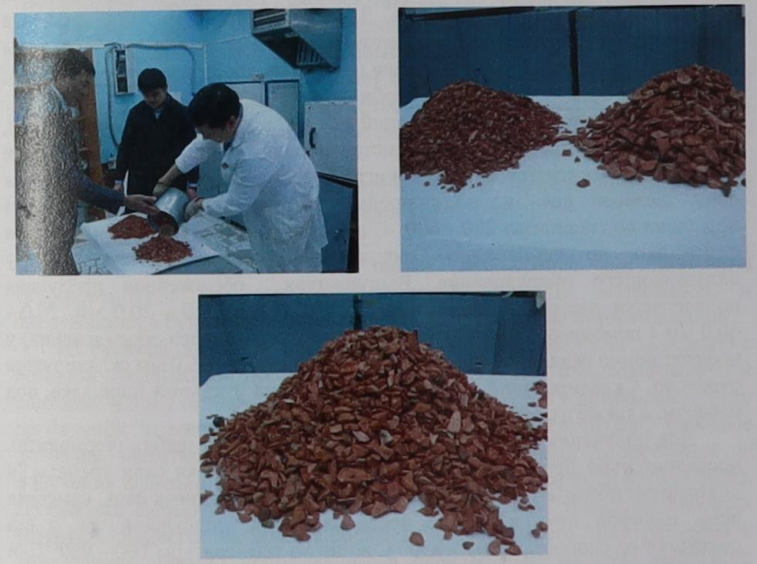


Рисунок 24 – Общий вид искусственного щебня (термолита) полученных в лабораторных условиях

ГЛАВА 5. ИННОВАЦИОННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ЩЕБНЯ (ТЕРМОЛИТА). ПРИМЕРЫ И ВАРИАНТЫ

Суть инновациоого технологического способа является получение три категории щебня (термолита), по средней плотности, коэффициента теплопроводности и прочности с регулировкой технологических параметров дробления и рассева и режимов обжига позволяющие производить эффективную готовую продукцию с использованием любых конструкции и типов грохочения (рассева) дробителей, измельчителей и теплового агрегата (вращающиеся печи, камерные печи, щелевые печи и.т.п.)

Отличительной особенностью технологического способа заключается в том тем, что в качестве сырья используются кремнистые породы в виде - опоки (или трепелы, и диатомиты), которая может подвергаться дроблению и рассеву по фракциям 0 - 5,0 мм, 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм до и после обжига. Для дробления кремнистой породы в виде опоки (или трепелы, и диатомиты) может использоваться типы различных дробилок и измельчители (валковые дробилки и измельчители, щековые дробилки, молотковые дробилки и.т.п.)

Для получения первой категорий искусственного щебня (термолита), предварительно дробленый кремнистая порода – опока (или трепелы, и диатомиты) обжигается в тепловом агрегате (вращающиеся печь, камерная печь, щелевой печь и.т.п.) с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 200 - 600° С в час до температуры 700 - 850° С, и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно. Складирование можно производить на открытой площадке, под навесом, а также в специальных бункерах.

Для получения второй категорий искусственного щебня (термолита), предварительно дробленый кремнистая порода – опока (или трепелы, и диатомиты) обжигается в тепловом агрегате (вращающиеся печь, камерная печь, щелевой печь и т.п.) с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 200 - 850° С в час до температуры 900 - 950° С, и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется

отдельно. Складирование можно производить на открытой площадке, под навесом, а также в специальных бункерах.

Для получения третьей категорий искусственного щебня (термолита), предварительно дробленый кремнистая порода – опока (или трепелы, и диатомиты) обжигается в тепловом агрегате (вращающиеся печь, камерная печь, щелевой печь и.т.п.) с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 200 - 1000° С в час до температуры 1000 - 1200° С, и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно. Складирование можно производить на открытой площадке, под навесом, а также в специальных бункерах.

При этом при практической реализации производства искусственного щебня (термолита) всех трех категории скорость подъема и охлаждения температуры может быт скорректирован, в меньшую или большую сторону согласно возможных технических характеристик теплового агрегата (вращающиеся печи, камерные печи, и т.п.)

Предлагаемый способ позволяет использовать кремнистые породы в виде опоки, трепелы, диатомиты которые легко поддаются дроблению, и имеют способность спекаться и кристаллизоваться в процессе скоростного обжига.

Пример 1 для получения производства искусственного щебня (термолита) первой категории (варианты):

Вариант А:

Кремнистая порода в виде опоки (или трепел или диатомит) транспортируется из карьера на склад сырьевых материалов, и выгружаются в бункер сырьевых материалов с помощью автосамосвалов.

Из бункера сырьевых материалов опока (или трепел или диатомит) с помощью транспортирующих устройств (ленточные или ковшовые или винтовые и т.п.) без предварительной сушки подается в приемный бункер дробильной установки (валковые дробилки и измельчители, щековые дробилки, молотковые дробилки и т.п.), где производится дробление до получения фракции в пределах 0,3 – 40 мм без предварительного рассева. Дробленый сырьевой материал с помощью системы транспортирующих устройств подается во вращающиеся печь (различного типа размеров и конструкции широко используемое в производстве извести, керамзита, цемента) и обжигают с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 200° С в час до температуры 700° С, и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью

грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно.

Вариант Б:

Кремнистая порода в виде опоки (или трепел или диатомит) транспортируется из карьера на склад сырьевых материалов, и выгружаются в бункер сырьевых материалов с помощью автосамосвалов.

Из бункера сырьевых материалов опока (или трепел или диатомит) с помощью транспортирующих устройств (ленточные или ковшовые или винтовые и т.п.) без предварительной сушки подается в приемный бункер дробильной установки (валковые дробилки и измельчители, щековые дробилки, молотковые дробилки и т.п.), где производится дробление до получения фракции в пределах 0,3 – 40 мм без предварительного рассева. Дробленый сырьевой материал с помощью системы транспортирующих устройств подается во вращающиеся печь (различного типа размеров и конструкции широко используемое в производстве извести, керамзита, цемента) и обжигают с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 450° С в час до температуры 800° С, и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно.

Вариант В:

Кремнистая порода в виде опоки (или трепел или диатомит) транспортируется из карьера на склад сырьевых материалов, и выгружаются в бункер сырьевых материалов с помощью автосамосвалов.

Из бункера сырьевых материалов опока (или трепел или диатомит) с помощью транспортирующих устройств (ленточные или ковшовые или винтовые и т.п.) без предварительной сушки подается в приемный бункер дробильной установки (валковые дробилки и измельчители, щековые дробилки, молотковые дробилки и т.п.), где производится дробление до получения фракции в пределах 0,3 – 40 мм без предварительного рассева. Дробленый сырьевой материал с помощью системы транспортирующих устройств подается во вращающиеся печь (различного типа размеров и конструкции широко используемое в производстве извести, керамзита, цемента) и обжигают с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 600° С в час до температуры 850° С, и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно.

Пример 2 для получения производства искусственного щебня (термолита) второй категории (варианты):

Вариант А:

Кремнистая порода в виде опоки (или трепел или диатомит) транспортируется из карьера на склад сырьевых материалов, и выгружаются в бункер сырьевых материалов с помощью автосамосвалов.

Из бункера сырьевых материалов опока (или трепел или диатомит) с помощью транспортирующих устройств (ленточные или ковшовые или винтовые и т.п.) без предварительной сушки подается в приемный бункер дробильной установки (валковые дробилки и измельчители, щековые дробилки, молотковые дробилки и т.п.), где производится дробление до получения фракции в пределах 0,3 – 40 мм без предварительного рассева. Дробленый сырьевой материал с помощью системы транспортирующих устройств подается во вращающиеся печь (различного типа размеров и конструкции широко используемое в производстве извести, керамзита, цемента) и обжигают с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 200° С в час до температуры 900° С, и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно.

Вариант Б:

Кремнистая порода в виде опоки (или трепел или диатомит) транспортируется из карьера на склад сырьевых материалов, и выгружаются в бункер сырьевых материалов с помощью автосамосвалов.

Из бункера сырьевых материалов опока (или трепел или диатомит) с помощью транспортирующих устройств (ленточные или ковшовые или винтовые и т.п.) без предварительной сушки подается в приемный бункер дробильной установки (валковые дробилки и измельчители, щековые дробилки, молотковые дробилки и т.п.), где производится дробление до получения фракции в пределах 0,3 – 40 мм без предварительного рассева. Дробленый сырьевой материал с помощью системы транспортирующих устройств подается во вращающиеся печь (различного типа размеров и конструкции широко используемое в производстве извести, керамзита, цемента) и обжигают с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 500° С в час до температуры 950° С, и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно.

Вариант В:

Кремнистая порода в виде опоки (или трепел или диатомит) транспортируется из карьера на склад сырьевых материалов, и выгружаются в бункер сырьевых материалов с помощью автосамосвалов.

Из бункера сырьевых материалов опока (или трепел или диатомит) с помощью транспортирующих устройств (ленточные или ковшовые или винтовые и т.п.) без предварительной сушки подается в приемный бункер дробильной установки (валковые дробилки и измельчители, щековые дробилки, молотковые дробилки и.т.п.), где производится дробление до получения фракции в пределах 0,3 – 40 мм без предварительного рассева. Дробленый сырьевой материал с помощью системы транспортирующих устройств подается во вращающиеся печь (различного типа размеров и конструкции широко используемое в производстве извести, керамзита, цемента) и обжигают с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 850° С в час до температуры 950° С, и охлаждают до температуры окружающей среды со согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно.

Пример 3 для получения производства искусственного щебня (термолита) третьей категории (варианты):

Вариант А:

Кремнистая порода в виде опоки (или трепел или диатомит) транспортируется из карьера на склад сырьевых материалов, и выгружаются в бункер сырьевых материалов с помощью автосамосвалов.

Из бункера сырьевых материалов опока (или трепел или диатомит) с помощью транспортирующих устройств (ленточные или ковшовые или винтовые и т.п.) без предварительной сушки подается в приемный бункер дробильной установки (валковые дробилки и измельчители, щековые дробилки, молотковые дробилки и т.п.), где производится дробление до получения фракции в пределах 0,3 – 40 мм без предварительного рассева. Дробленый сырьевой материал с помощью системы транспортирующих устройств подается во вращающиеся печь (различного типа размеров и конструкции широко используемое в производстве извести, керамзита, цемента) и обжигают с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 200° С в час до температуры 1000° С, и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно.

Вариант Б:

Кремнистая порода в виде опоки (или трепел или диатомит) транспортируется из карьера на склад сырьевых материалов, и выгружаются в бункер сырьевых материалов с помощью автосамосвалов.

Из бункера сырьевых материалов опока (или трепел или диатомит) с помощью транспортирующих устройств (ленточные или ковшовые или винтовые и т.п.) без предварительной сушки подается в приемный бункер дробильной установки (валковые дробилки и измельчители, щековые дробилки, молотковые дробилки и т.п.), где производится дробление до получения фракции в пределах 0,3 – 40 мм без предварительного рассева. Дробленый сырьевой материал с помощью системы транспортирующих устройств подается во вращающиеся печь (различного типа размеров и конструкции широко используемое в производстве извести, керамзита, цемента) и обжигают с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 700° С в час до температуры 1100° С и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно.

Вариант В:

Кремнистая порода в виде опоки (или трепел или диатомит) транспортируется из карьера на склад сырьевых материалов, и выгружаются в бункер сырьевых материалов с помощью автосамосвалов.

Из бункера сырьевых материалов опока (или трепел или диатомит) с помощью транспортирующих устройств (ленточные или ковшовые или винтовые и т.п.) без предварительной сушки подается в приемный бункер дробильной установки (валковые дробилки и измельчители, щековые дробилки, молотковые дробилки и т.п.), где производится дробление до получения фракции в пределах 0,3 – 40 мм без предварительного рассева. Дробленый сырьевой материал с помощью системы транспортирующих устройств подается во вращающиеся печь (различного типа размеров и конструкции широко используемое в производстве извести, керамзита, цемента) и обжигают с предварительной подсушкой так и без подсушки со скоростью 1000° С в час до температуры 1200° С, и охлаждают до температуры окружающей среды согласно режиму охлаждающего оборудования. Выпущенная обожженная продукция подвергается рассеву по фракциям 5,0 - 10,0 мм, 10,0 - 20,0 мм, 20,0 - 40,0 мм с помощью грохота (или другого просеивающего оборудования) и пофракционно складируется. При этом фракции менее 5,0 мм складируется отдельно.

Физико – механические свойства искусственного щебня (термолита) по категориям представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Физико – механические свойства искусственного щебня (термолита)

Категории искусственного щебня (термолита)	Темпрература обжига, °С	Насыпная плотность, кг/м^3	Марка щебня по дробимости, М	Коэффициент теплопроводности, Вт/мК
Первая категория	700-850	710-750	300-600	0,11-0,12
Вторая категория	900-1000	820-910	600-800	0,14-0,15
Третья категория	1100-1200	980-1100	800-1100	0,17-0,18

5.1 Фазовые превращения, происходящие при термообработке кремнистой породы - опоки

Опоки, как и кремнистые породы, в целом по своему химическому составу являются многокомпонентными системами с преобладанием кремнезёма.

Сложность их изучения и практического применения обусловлена многочисленными сопутствующими факторами керамического производства. В настоящее время достаточно хорошо изучено строение ряда шестикомпонентных систем: Na_20-K_20-CaO-MgO-Al_2O_3-$Si0_2$; CaO-MgO-FeO-Fe_2O_3-Al_2O_3-$Si0_2$; $Fe_2O_3Cr_2O_3$-Al_2O_3-$Zr0_2$-$Ti0_2$-$Si0_2$. Некоторые семи- и восьмикомпонентные системы были рассмотрены А. С. Бережным при анализе девятикомпонентной системы CaO-MgO-FeO-Fe_2O_3-Al_2O_3-$Zr0_2$-$Ti0_2$-Cr_2O_3-$Si0_2$, в которой в настоящее время известны 69 соединений, образующих 482 элементарных нонотопа [53].

Теоретические и практические выкладки на девятикомпонентную силикатную систему Na_20-K_20-CaO-MgO-FeO-Fe_2O_3-Al_2O_3-$Si0_2$-H_20, к которой можно отнести и опоки, показали, что число элементарных нонотопов в ней должно быть не менее 6600 [54].

Предлагаемый технологический способ получения искусственного щебня (термолита), обеспечивает следующие доминирующие фазовые превращения при термообработке:

- при температуре обжига в интервале 700 - 850° С происходит полное удаление химической связанной воды. Стабильно протекает процесс твердофазового спекания тонкодисперсных глинистых частиц совместно

минералами в виде мельчайших частиц кварца (кристобалита) присутствующих в кремнистых породах как опока, трепел, диатомит и.т.п. При этом сохраняется природная высокая микро пористость, достигающая до 35 – 40 %. В результате достигается легкость, прочность и теплоизоляционные свойства предлагаемой продукции.

- при температуре обжига в интервале 900 - 1000° С происходит дальнейшее интенсификация процессов спекания с участием жидкой фазы, образующихся за счет частичных плавлении тонкодисперсных глинистых частиц. В результате образуется частично закристаллизованная микроструктура, состоящая в основном из минералов кварца армированных стеклофазой. При этом пористость незначительно уменьшается за счет появления жидкой фазы, чем и объясняется увеличение показателей прочности и насыпной плотности готовой продукции.

- при температуре обжига в интервале 1100 - 1200° С происходить дальнейшее интенсификация процессов спекания и кристаллизации с увеличением жидкой фазы (рисунок 25) Поверхность образцов слегка оплавляются, создавая монолитность фракции искусственного щебня (термолита). В результате каждая фракция искусственного щебня (термолита) представляет собой спеченный монолит с закристаллизованной структурой обеспечивающий высокую прочность изделий. При этом сохраняются сравнительная легкость и теплоизоляционные свойства искусственного щебня (термолита) благодаря природным свойствам кремнистых пород как опока, трепел, диатомит и т.п.

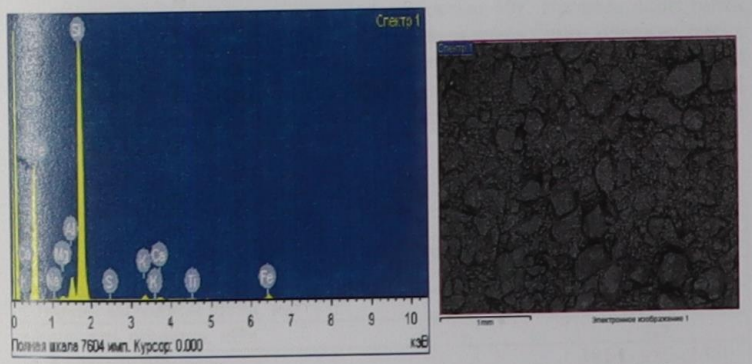


Рисунок 25 – Спектры и микроструктура искусственного щебня – термолита при температуре обжига 1100 ^{0}С. (Растровая электронная микроскопия)

Таким образом, предлагаемый технологический способ позволяет производить искусственный щебень (термолит) трех категории в одной технологической линии. Выпуск той или иной категории осуществляется путем регулирования температуры обжига и скорости ее подъема. Предлагаемый технологический способ обеспечивает получения (производства) легкого, прочного и теплоизоляционного искусственного щебня (термолита). Продукция первой категории позволяют их использовать в качестве насыпного теплоизоляционного материала для теплоизоляции основании фундаментов, отмостков, полов, плит перекрытии, кровли и крыш. Кроме того их можно использовать в качестве крупных и мелких заполнителей для производства легких теплоизоляционно - конструкционных бетонных и железобетонных изделии.

Продукция второй категории можно использовать в качестве крупных заполнителей для всех видов бетонных и железобетонных изделии.

Продукция третьей категории можно использовать в качестве крупных заполнителей для всех видов бетонных и железобетонных изделии, а также для строительства автомобильных дорог.

ГЛАВА 6. РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ИСКУССТВЕННОГО ЩЕБНЯ НА ОСНОВЕ ОПОК

6.1 Разработка технологической схемы производства искусственного щебня на основе местных сырьевых материалов

6.1.1 Адаптация результатов лабораторных исследований кремнистой породы – опоки, для промышленного освоения

Адаптация результатов лабораторных исследований по термоподготовке сырцовых фракций, конкретные режимы скорости подъема температуры и по конкретным режимам скоростного обжига сырцовых фракций, для производства искусственного щебня в промышленной вращающейся печи.

Для адаптации результатов лабораторных исследований, для выполнения технологических процессов, проводимых в лабораторных условиях, подбирали оборудование позволяющие выполнить эти процессы в промышленных условиях. Для кремнистой породы - опоки сначала адаптировалась процесс естественного отбора сырьевых материалов. Эти процессы должны выполняться непосредственно в карьере сырьевых материалов. Из карьера кремнистая порода - опока должны погружаться в автосамосвалы и транспортироваться на склад сырья производственного цеха искусственного щебня. Погрузка должна вестись экскаваторами с объемом ковша 0,5-1,0 $м^3$. Рекомендуется в качестве автосамосвала принимать автомобилями с грузоподъемностью 10т. Процесс подготовки сырья кремнистой породы опоки адаптируется следующим образом, опока должна с помощью ленточных транспортеров подаваться на дробилку. В качестве дробилки необходимо принять щековую дробилку марки ДЩ 160×250 производительностью 6 $м^3$ в час. Технические характеристики дробилки представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики дробилки ДЩ 160×250

Производительность, $м^3$ /час	До 6
Наибольший диаметр кусков загружаемого материала, мм	До 130
Ширина выходной щели, мм	13-45
Мощность привода, кВт	7,5
Габаритные размеры	1810×950×1350
Масса дробилки, кг	1500

Технологический процесс разделения дробленой опоки в производственных условиях должна производиться с помощью грохота. Для этой цели дробленая опока после щековой дробилки с помощью ленточного транспортера должны подаваться на грохот с функциями разделения на 3 фракции. Для грохочения дробленой опоки предлагается грохот Г-0,8×1,5, технические характеристики грохота представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики грохота Г-0,8×1,5

Производительность $м^3$ /час	До 5
Крупность поступающего материала, мм	До 60
Размер приемного отверстия, мм	160×250
Мощность привода, кВт	1,5
Габаритные размеры	2545×1580×2220
Масса грохота, кг	635

Технологический процесс скоростного обжига производства искусственного щебня в производственных условиях должна производиться во вращающейся печи. Для этого разделенные на 3 фракции кремнистая порода опока предварительно накапливаются в металлических бункерах запаса с объемом 10-20 $м^3$. Каждая фракция должна храниться в отдельном бункере. Этот процесс необходим для того чтобы обжигать фракции по требованию заказчика и потребителя. Из бункеров запаса с помощью ленточного транспортера фракции опоки подаются во вращающуюся печь для скоростного обжига. Для производства искусственного щебня из кремнистой породы опоки предлагается вращающаяся печь Ф 2,5×40. Технические характеристики вращающейся печи представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики вращающейся печи Ф 2,5×40

Марка	Производительность, т в сутки	Наклон печи, %	Мощность привода, кВт	Масса, т
Ф 2,5×40	200	3,5	75	190

Из вращающейся печи термообработанные фракции разгружаются на склад готовой продукции. Склад готовой продукции должны снабжаться бункерами запаса готовой продукции с объемом 500-700$м^3$. Из бункеров готовой продукции искусственный щебень отправляется к потребителям.

Разработанная технологическая схема производства искусственного щебня с конкретным подбором промышленного оборудования представлена на рисунке 26.

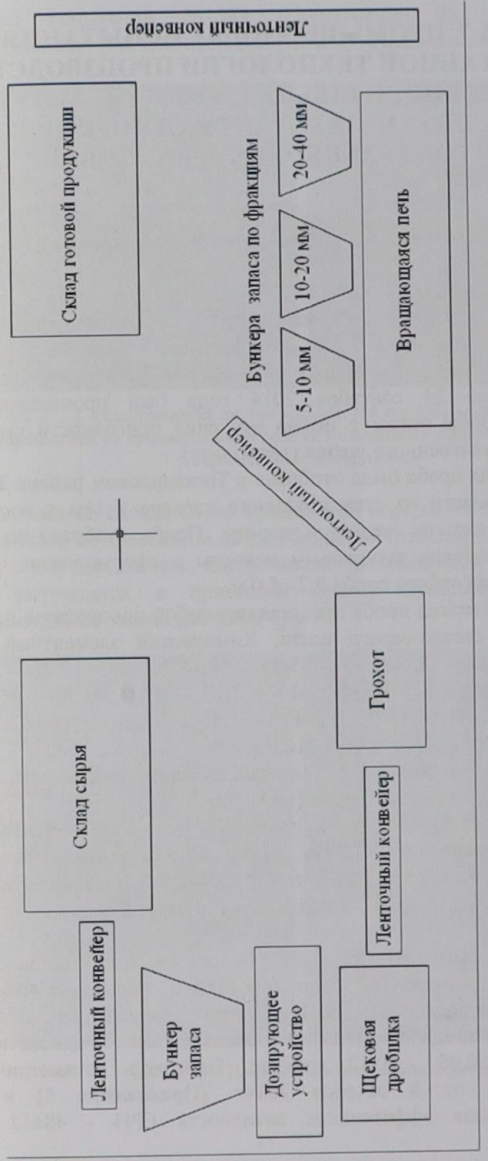


Рисунок 26 – Технологическая схема производства искусственного щебня на основе кремнистой породы - опоки

ГЛАВА 7. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИСКУССТВЕННОГО ЩЕБНЯ (ТЕРМОЛИТА) НА БАЗЕ АО «ЗАПАДНО – КАЗАХСТАНСКАЯ КОРПОРАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

7.1 Отбор, подготовка и доставка кремнистой породы – опоки

В присутствии методиста геолога-гидрогеолога Западно-Казахстанской областной инспекции геологии и недропользования МД «Запказнедра» Якименко Г. А., составлен акт и паспорт о том, что в районе пос. Таскала Таскалинского района Западно-Казахстанской области с 23 по 24 сентября 2014 года был произведен отбор полузаводской пробы опоки с целью изучения пригодности сырья для производства искусственного щебня (термолита).

Полузаводская проба была отобрана в Таскалинском районе Западно-Казахстанской области из существующего карьера в 1км к востоку от пос. Таскала, к югу от железной дороги. Проба отобрана из стенки существующего карьера задирковым методом и сформирована валовым способом. Интервал отбора проба 0,2 - 5,0 м.

Визуально материал проба представляет собой однородную плотную. породу - опоку светло-серого цвета, Химический элементный состав кремнистой породы – опоки: O – 55,55 – 59,48 %, Si – 19,32 – 33,01%, Na- 0,27-0,31%, Mg- 0,70-1,33%, Al – 2,23 – 10,57%, K- 0,36-1,61%, Ca - 0,35-17,32%, Ti- 0,17-0,20%, Fe – 1,51 – 14,59%, Ti- 0,17-0,20% (Приложение 3). Общий вес пробы 210,0 т.

Цель отбора пробы – установление пригодности сырья для производства искусственного щебня (термолита).

После отбора пробы кремнистая порода – опока бала перевезена автомобильным транспортом, акт выполненных работ прилагается (Приложение 4) и была складирована на территории Известкового завода АО «Западно-Казахстанская корпорация строительных материалов» (рисунок 27).

Так как готовый продукт будет использован в гражданском и промышленном строительстве были проведены испытания опоки на радиационную безопасность в РГП «Западно-Казахстанский областной центр санитарно-эпидимилогической экспертизы». Радиоактивность опок составляет 0,05 - 0,12 мкр/час. Протокол дозиметрического протокола №555, от 8 октября 2014г. (Приложение 5) и была определена удельная эффективная активность ЕРН - 48±11 Бк/кг,

Протокол испытаний №1384 (Приложение 6). Опока согласно «Норм радиационной безопасности (НРБ 99)» радиационно безопасна.

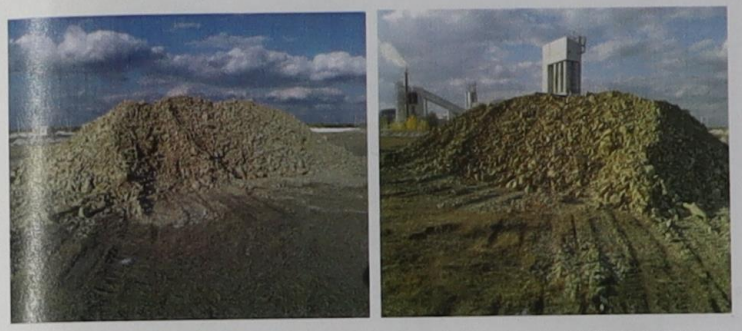


Рисунок 27 – Складированная партия кремнистой породы – опоки Таскалинского месторождения на промышленной зоне АО «Западно-Казахстанская корпорация строительных материалов»

Доставка со склада сырья кремнистой породы - опоки до приемного бункера была осуществлена автомобильным транспортом марки КАМАЗ, погрузка осуществлялась погрузчиком (рисунок 27). Автотранспортом опока загружается в приемный бункер дробильно-сортировочного отделения (ДСО) завода (рисунок 28).

Рисунок 27 – Погрузочно – транспортные работы

Рисунок 28 – Приемный бункер сырья

Нефракционированная порода опоки пластинчатым питателем тип СМК -552 подается на дробилку двухвалковую зубчатую ДДЗ-6.

Дробление кремнистой породы – опоки осуществлялось зубчатой валковой дробилкой ДДЗ-6. В дробилке происходит измельчение опоки до фракции 0-50мм. Продукт дробления самотеком поступает на вибрационное грохот ГИЛ-52,75х2-М. Материал разделяется на вибрационном грохоте на две фракции: 0-10 мм и 10-50 мм. Мелкая фракция отсеивается и попадает на транспортерную ленту (рисунок 29), затем грузиться в автотранспорт и вывозится на промежуточный склад опоки (рисунок 30).

Рисунок 29 – Транспортировка дробленой опоки ленточным конвейером

Рисунок 30 – Отгрузка мелкой фракции опоки на промежуточный склад

Куски опоки фракций 10-50 мм после сортировки направляются транспортной лентой в бункера накопителей. Из бункеров накопителей пластинчатыми питателями, затем ленточными транспортерами опока подается на промежуточный бункер, а затем ленточным транспортером подается в расходный бункер дозатора.

7.2 Обжиг кремнистой породы – опоки во вращательной обжиговой печи

Опока загружается ленточным весовым дозатором ДВЛ-650 и по питательной загрузочной трубе подается на обжиг в печь (рисунок 7).

Технологический процесс обжига опоки:

- от 200 до 500^{0}С – удаление кристаллизационной влаги, в течении 30 мин;
- от 500 до 710^{0}С - термическое спекание опоки, в течении 30 мин;
- от 710 до 900^{0}С - начало появления стеклофазы, в течении 1 часа;
- от 900 до 1150^{0}С – термическое спекание с участием стеклофазы, в течении 1,5 -2 часа.

Рисунок 31 – Обжиг кремнистой породы опоки во вращающейся печи

Выгрузка искусственного щебня из печи осуществляется непрерывно через охладительные барабаны на пластинчатый конвейер. Искусственный щебень с пластинчатого конвейера попадает на ленточный конвейер и попадает в силоса, склада готовой продукции. Складирование и хранение искусственного щебня осуществляется в банках силосного типа.

Из силосного склада опытно – промышленная партия была отгружена на склад готовой продукции (рисунок 32).

Рисунок 32 – Опытно – промышленная партия искусственного щебня выгруженного на базе АО «Завидно - Казахстанской корпорации строительных материалов»

7.3 Работы по проведению процессов рассева по фракциям опытно-промышленной партии искусственного щебня (термолита)

Цель процессов рассева по фракциям и обжига – разделение опытно-промышленной партии искусственного щебня на 3 стандартные фракции – 5-10 мм, 10-20 мм, 20-40 мм. На следующем этапе были проведены испытания физико-механических свойств на соответствии нормам ГОСТа.

Для достижения цели опытно-промышленной партии искусственного щебня были подвергнуты рассеву на грохоте Г-0,5 х10 (рисунок 33-36).

Рисунок 33 – Рассев искусственного щебня на фракции – 5-10 мм, 10-20 мм, 20-40 мм.

Рисунок 34 – Общий вид фракции искусственного щебня 5-10 мм

Рисунок 35 – Общий вид фракции искусственного щебня 10-20 мм

Рисунок 36 – Общий вид фракции искусственного щебня 20-40 мм

После рассева опытно-промышленная партия искусственного щебня подвергалась испытанию на определение физико-механических свойств на соответствии нормам ГОСТа. Результаты испытаний приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Физико-механические свойства опытно-промышленной партии искусственного щебня (термолита)

Наименование параметра	НД на методы испытаний	Норма	Факт.
Зерновой состав, %: 2D D d	ГОСТ 9758-86 п.14	 0 Не более 10 Не более 90	 0 0,62 98,9
Насыпная плотность, кг/м^3	ГОСТ 9758-86 п.3	М900 (800-900 кг/м^3)	886,5
Прочность при сдавливании заполнителя в цилиндре, кг/см^2	ГОСТ 9758-86 п.20	Марка П350 более 30	38,3
Водопоглащение, %	ГОСТ 9758-86 п.13	Не нормируется	18,6
Влажность, %	ГОСТ 9758-86 п.12	Не нормируется	0
Морозостойкость Потеря массы, % не более	ГОСТ 9758-86 п.23	F25 10	F25 1.42
Теплопроводность, Вт/мхК	ГОСТ 9758-86 п.25	0,8-0,9	0,1-0,12

7.4. Сертификация опытно-промышленной партии искусственного щебня (термолита)

В целях подтверждения соответствия искусственного щебня (термолита) опытно-промышленной партии произведенной на заводе АО «ЗККСМ» требованиям безопасности (качества) были проведены работы по сертификации продукции.

Сертификат соответствия выдан на основании испытаний проведенных в ОИ ЗКФ АО «Национальный центр экспертизы и сертификации» №KZ.И.09.0204, протокол №9932 от 25.11.2015 г. (Приложение 17), ИЛ АО «Уральскдорстрой» №KZ.И.09.0306, протокол №34 от 30.11.2015г Согласно результатам сертификации продукции искусственный щебень из кремнистой породы – опоки соответствует требованиям безопасности (качества) установленным №1331 от 31.12.2008г, ТР №277 от 21.03.2008г, СТ РК 1284-2004.

Рисунок 37 – Сертификат соответствия выданный от ОИ ЗКФ АО «Национальный центр экспертизы и сертификации»

7.5 Проведение испытаний по определению физико-механических свойств искусственного щебня (термолита) в аккредитованных лабораториях

Для опытно-промышленной партии искусственного щебня на базе РГУ «Батысжоллаборатория» были проведены испытания искусственного щебня в соответствии с нормами ГОСТа. Ниже представляем акты лабораторных испытании (рисунок 38-41)

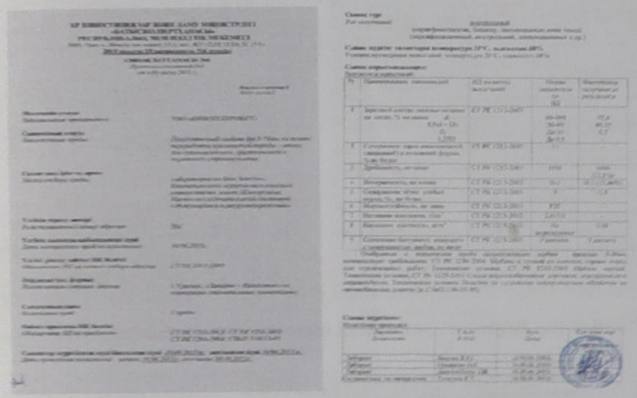


Рисунок 38 – Результаты испытаний искусственного щебня фракции 5-10мм

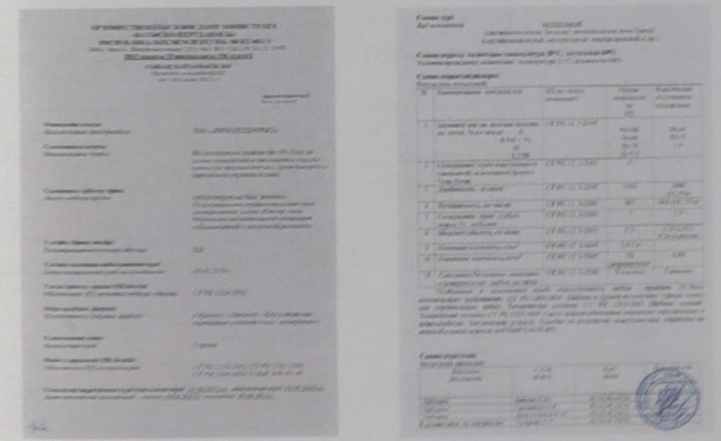


Рисунок 39 – Результаты испытаний искусственного щебня фракции 10-20мм

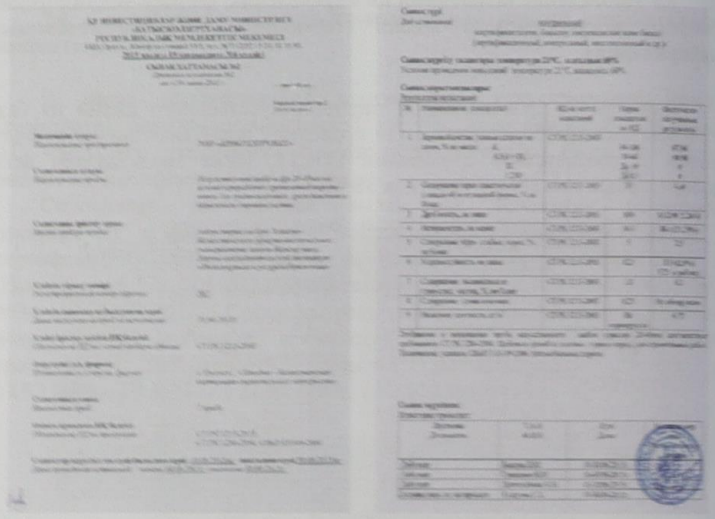


Рисунок 40 – Результаты испытаний искусственного щебня фракции 20-40мм

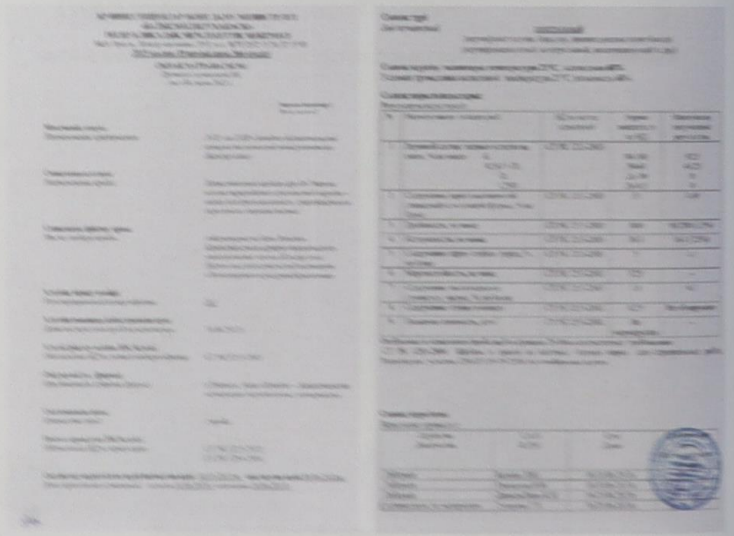


Рисунок 41 – Результаты испытаний искусственного щебня фракции 40-70мм

Для опытно-промышленной партии искусственного щебня на базе ДСК «Болашак-Т» были проведены испытания в составе бетона для производства железобетонных конструкций жилых зданий. Ниже представляем акт лабораторных испытании (рисунок 42)

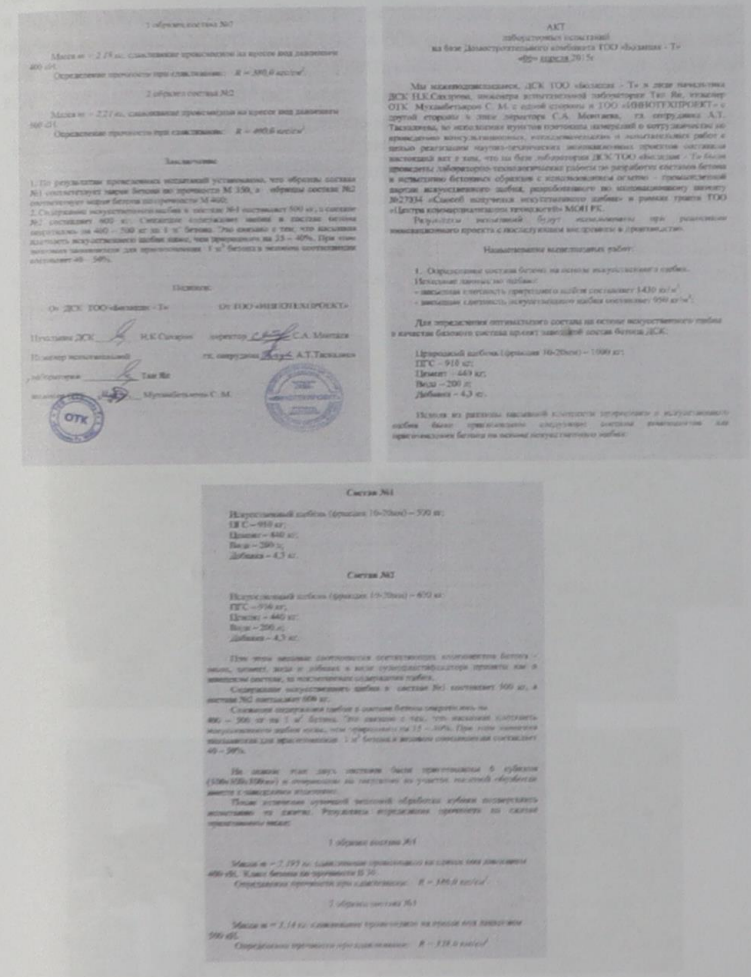


Рисунок 42 – Акт лабораторных испытаний искусственного щебня на базе ТОО «Болашак - Т»

По результатам проведенных испытаний установлено, что образцы состава №1 соответствует марке бетона по прочности М 350, а образцы состава №2 соответствует марке бетона по прочности М 400.

Содержание искусственного щебня в составе №1 составляет 500 кг, а составе №2 составляет 600 кг. Снижение содержания щебня в составе бетона сократилось на 400 – 500 кг на 1 м^3 бетона. Это связано с тем, что насыпная плотность искусственного щебня ниже, чем природного на 35 – 40%. При этом экономия заполнителя для приготовления 1 м^3 бетона в весовом соотношении составляет 40 – 50% .

Рисунок 43 – Фрагменты испытаний в испытательной лаборатории на базе ДСК «Болашак-Т»

ГЛАВА 8. РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ЩЕБНЯ (ТЕРМОЛИТА) В ПРОИЗВОДСТВО

Для проведения работ по внедрению опытно-промышленной партии искусственного щебня в производство были проведены переговоры и составлены отзывы, акты внедрения опытно-промышленной партии с ТОО «НУРТЕМ» (ПРИЛОЖЕНИЕ 10) и отделом ЖКХ ПТ и АД г. Уральска (ПРИЛОЖЕНИЕ 11) с целью использования их в производственных базах указанных предприятий.

Для решения поставленной задачи партия искусственного щебня (термолита) в количестве 60 тонн была продана ТОО «НУРТЕМ» согласно договору купли и продажи №1 от 26.01.2015г. (Приложение 12).

На заводе ТОО «НУРТЕМ» были изготовлены железобетонные изделия с использованием искусственного щебня (термолита) (рисунок 44-45).

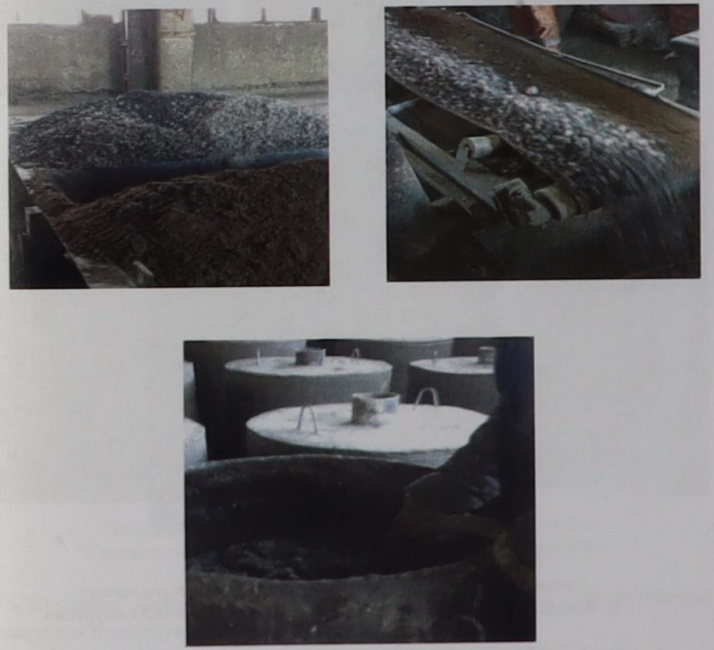


Рисунок 44 – Фрагменты приготовления продукции на основе искусственного щебня, на базе ТОО «Нуртем»

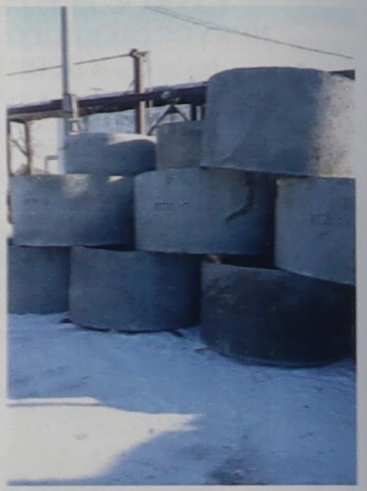


Рисунок 45 – Фрагменты готовой продукции изготовленных на основе искусственного щебня (термолита) на базе ТОО «Нурген»

8.1 Использование искусственного щебня (термолита) в составе дорожной конструкции и асфальтобетона для строительства автомобильных дорог

Научно-экспериментальные работы проводились на базе АО «Уральскдорстрой» были проведены испытания (рисунок 46)

Рисунок 46 – Фрагменты научно-экспериментальных работ в испытательной лаборатории на базе АО «Уральскдорстрой»

Проверка искусственного щебня для дорожного строительства проводился по следующим направлениям:

1. Использование искусственного щебня для оснований дорог;
2. Использование искусственного щебня в виде отсева;

3. Использование искусственного щебня в составе асфальтобетона. Ниже представляем акты лабораторных испытаний (рисунок 47).

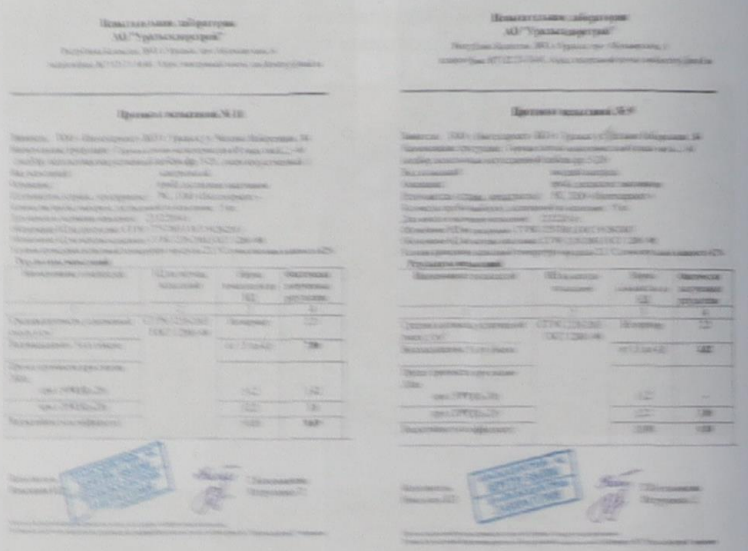


Рисунок 47 – Акт лабораторных испытаний искусственного щебня в составе асфальтобетона на базе АО «Уральскдорстрой»

8.2 Производство опытно – промышленной партии бетонных изделий на основе искусственного щебня

Для проведения работ на базе Учебно-производственного центра Западно – Казахстанского аграрно-технического университета совместно с ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ» были произведены промышленные образцы бетонных изделий и легких теплоизоляционно-конструкционных блоков на основе искусственного щебня (термолита) с использованием технологического оборудования «Мастек-Метеор» (рисунок 48).

Рисунок 48 – Общий вид формовочного комплекса «Мастек-Метеор»

На начальном этапе были исследованы физико-механические свойства опытно – промышленной партии искусственного щебня (таблица 16).

Таблица 16 – Результаты физико-механических свойств опытно – промышленной партии искусственного щебня (термолита)

№	Наименование показателей	НД на метод испытаний	Норма показателя поНД	Фактически полученные результаты
1	Зерновой состав: полные остатки на ситах, % по массе	СТ РК 1213-2003	90-100 30-60 До 10 До 0,5	97,96 48,98 0 0
2	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % не более	СТ РК 1213-2003	35	4,60
3	Дробимость, не ниже	СТ РК 1213-2003	800	М1200 (5,26%)
4	Истираемость, не менее	СТ РК 1213-2003	И-3	И-1 (21,29%)
5	Содержание зёрен слабых пород, % , не более	СТ РК 1213-2003	5	2,5
6	Морозостойкость, не ниже	СТ РК 1213-2003	F25	F15 (2,9%) F25 (0.6)
7	Содержание пылевидных и гл инистых частиц, %, не более	СТРК 1213-2003	1,0	0,2
8	Содержание глины в комках	СТ РК 1213-2003	0,25	Не обнаружено
9	Насыпная плотность, кг/м^3	СТ РК 1213-2003	Не нормируется	0,75

Вначале были проведены работы по выпуску легких теплоизоляционно - конструкционных блоков с использованием оборудования «Мастек-Метеор». Для решения этой задачи проектировались состав бетона, состоящий из следующих компонентов: цемент – 250 кг, искусственный щебень фракции 10-20 мм – 660 кг, песок – 340 кг, вода – 95 – 100л.

Расчет произведен для приготовления 1 м^3 бетона.

Сначала компоненты дозировались с помощью весов и подавались в смеситель установки «Мастек-Метеор», где сырьевая смесь перемешивалась с добавлением воды до получения полусухой однородной массы. Затем перемешанная смесь с помощью конвейера подавалась в бункер дозатор установки «Мастек-Метеор». После этого смесь дозированно подавалась непосредственно для заполнения матрицы формовочного блока. Изделия формовались методом вибропрессования

на установке «Мастек-Метеор». Одновременно формовались 3 блока с пустотами. Отформованные блоки с помощью поддона снимались вручную и отправлялись на склад для естественного твердения (рисунок 49-55)

Рисунок 49 – Процессы перемешивания и подачи сырьевой смеси для формования

Рисунок 50 – Процесс формования легких теплоизоляционно – конструкционных блоков

Рисунок 51 – Отформованные легкие теплоизоляционно– конструкционные блоки

Рисунок 52 – Процесс формования бордюр и общий вид готовой продукции

Рисунок 53 – Процесс формования тротуарной плитки

Рисунок 54 – Готовые изделия на основе искусственного щебня

Рисунок 55 – Процессы определения теплопроводности и прочности изделий на основе искусственного щебня (термолита) экспресс – методами

Ниже приводим физико – механические свойства изделий на основе искусственного щебня (термолита) (таблица 17).

Таблица 17 – Физико – механические свойства изделий на основе искусственного щебня (термолита)

Наименование изделий	Прочность при сжатии, Мпа	Средняя плотность, кг/м³	Теплопроводность, Вт/мК	Водопоглощение, %
Легкие теплоизоляционно–конструкционные блоки	10 - 12	800-950	0,75-0,8	23-25
Бордюры	17-17,5	1100 -1200	-	10-15
Тротуарная плитка	15-16	1100 -1200	-	10-15

8.3 Соблюдение требований плана управления охраны окружающей среды (ПУООС)

Все работы проводились согласно нижеследующего утвержденного плана управления охраны окружающей среды (таблица 18)

Таблица 18 – План управления охраны окружающей среды

Потенциальные проблемы	Меры по снижению воздействия и устранения ущерба	Мониторинг и экстренные ситуации
1. Загрязнение воздуха	• Будет подготовлен список фактического и потенциального загрязнения в лаборатории (пищевое испарение, вентиляционные трубы, и т.д.)	Регулярные проверки и техническое обслуживание вентиляционной системы.
2. Жидкие отходы	• Отсутствуют	-
3. Опасные и радиоактивные отходы	• Отсутствуют	
4. Обращение с опасными химикатами	• Отсутствуют	
5. Хранение опасных химикатов	• Отсутствуют	
6. Устранение опасных химикатов	• Отсутствуют	
7. Пожары и взрывы	• Правильный выбор и установка огнетушительной техники в соответствующих месторасположениях. Требуемая техника (сенсоры, термостолбик, пожарная сигнализация) будет установлена.	• Периодическая проверка огнетушительного и пожаро-охранного оборудования. • Периодическое совершенствование реагирования в чрезвычайных ситуациях.
8. Общие правила	• Меры по уменьшению использования воды. • Меры по минимальному пользованию электроэнергией. • Обучение работников лаборатории по бережливому пользованию водой и электроэнергией.	Совместно с местными органами охраны окружающей среды проверка по текущему пользованию водой и энергией при эксплуатации оборудования и связанные с этим затраты.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Анализ стабильности достигнутых результатов исследований и их возможное применение на практике.

Достигнуты следующие результаты:

- отобраны, подготовлены и доставлены кремнистая порода – опока на территорию Известкового завода АО «Западно-Казахстанская корпорация строительных материалов» для последующего опытно-промышленного испытания по производству искусственного щебня;

- проведение процессов дробления кремнистой породы – опоки будет проведена в ходе опытно – промышленных испытаний;

- получен сертификат соответствия продукции по требованиям Госпов и Единых СанЭпиТ.

- проведены испытания на радиационную безопасность в РГП «Западно-Казахстанский областной центр санитарно-эпидимиологической экспертизы». Опока согласно «Норм радиационной безопасности (НРБ 99)» радиационно безопасна;

- определена насыпная плотность и прочность при сдавливании искусственного щебня при более высокой температуры обжига соответствующие заводскому режиму на базе аккредитованной лаборатории ТОО «Гидромаш-Орион-МОКБК» были проведены эти испытания;

- проведены опытно – промышленные испытания производства искусственного щебня на базе Известкового завода АО «Западно-Казахстанская корпорация строительных материалов» в объеме 210 тонн;

- в результате опытно – промышленных испытаний произведено искусственного щебня в объеме 91,5 тонн, готовая продукция находиться на территории ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ»;

- была осуществлена продажа искусственного щебня в количестве 60 тонн ТОО «НУРТЕМ» согласно договору купли и продажи №1 от 26.01.2015г;

- материалы опытно – промышленных испытаний были транслированы телекомпаниями «Казахстан», «Хабар», «24 KZ», «Казахстан – Орал», «ТДК 42» и опубликованы в областных газетах «Приуралье», «Вестник Уральского городского маслихата», «Орал өңірі», «Заңгар»;

- партия искусственного щебня в количестве 60 тонн была продана ТОО «НУРТЕМ» согласно договору купли и продажи №1 от 26.01.2015г;

- опытно-промышленная партия искусственного щебня была подвергнута рассеву на грохоте Г-0,5х10 на 3 стандартные фракции – 5-10 мм, 10-20 мм, 20-40 мм. На следующем этапе были проведены испытания физико-механических свойств на соответствии нормам ГОСТа;

- были проведены работы по внедрению опытно-промышленной партии искусственного щебня в производство, составлены отзывы, акты

внедрения опытно-промышленной партии с ТОО «НУРТЕМ» и отделом ЖКХ ПТ и АД г. Уральска с целью использования их в производственных базах указанных предприятий;

- для опытно-промышленной партии искусственного щебня на базе ДСК «Болашак-Т» были проведены испытания в составе бетона для производства железобетонных конструкций жилых зданий. По результатам проведенных испытаний установлено, что образцы состава №1 соответствует марке бетона по прочности М 350, а образцы состава №2 соответствует марке бетона по прочности М 400. Содержание искусственного щебня в составе №1 составляет 500 кг, а составе №2 составляет 600 кг. Снижение содержания щебня в составе бетона сократилось на 400 – 500 кг на 1 м3 бетона. Это связано с тем, что насыпная плотность искусственного щебня ниже, чем природного на 35 – 40%. При этом экономия заполнителя для приготовления 1 м3 бетона в весовом соотношении составляет 40 – 50%;

- на базе АО «Уральскдорстрой» были проведены испытания в составе асфальтобетона для строительства автомобильных дорог. В результате установлено, что искусственный щебень соответствует нормам СТ РК 1218-2003 ГОСТ 12801-98;

- на базе РГУ «Батысжолдаборатория» были проведены испытания искусственного щебня в соответствии с нормами СТ РК 1218-2003 ГОСТ 12801-98.

- были проведены работы по созданию промышленного прототипа искусственного щебня на базе ТОО «ИИНОТЕХПРОЕКТ». Были произведены промышленные образцы легких теплоизоляционно-конструкционных блоков на основе искусственного щебня с использованием закупленного на грантовые средства оборудования «Мастек-Метеор»;

- был создан промышленный прототип изделий на основе опытно – промышленной партии искусственного щебня. Для этой цели предварительно в лабораторных условиях проектировались составы сырьевых смесей для достижения эффективных физико-механических и теплофизических свойств промышленного образца;

- были проведены работы по выпуску легких теплоизоляционно - конструкционных блоков с использованием приобретенного оборудования «Мастек-Метеор». Для решения этой задачи проектировались состав бетона, состоящий из следующих компонентов: цемент – 250 кг, искусственный щебень фракции 10-20 мм – 660 кг, песок – 340 кг, вода – 95 – 100л;

- дополнительно и параллельно были проведены работы по опытно – промышленному производству искусственного щебня и изделий на их основе на базе действующих предприятий АО «ЗККСМ» и ТОО «НУРТЕМ»;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров В. П. Пористые заполнители из отходов промышленности: монография / В. П. Петров. - Самара: СГАСУ, 2005. - С. 90 - 95.
2. Development of lightweight aggregate from sewage sludge and waste glass powder for concrete. United States / Bui Le Anh Tuanhttp://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061813004376 - cor1 mailto:blatuan@ctu.edu.vn[and etc.] mailto:mikehwang@mail.ntust.edu.tw// Construction and Building Materials. - 2013. - Iss. 47. - P. 334–339.
3. mailto:kjell.wiik@ntnu.noThe effect of additives on the properties of lightweight aggregates produced from clay / M. Bernhardt[and etc.] mailto:mikehwang@mail.ntust.edu.tw// Cement and Concrete Composites. - 2014. - Iss.53. -P. 233-238.
4. Recycling of sand sludge as a resource for lightweight aggregates / S.Vollandhttp://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006181301009X - cor1mailto:volland@massivbau.tu-darmstadt.de [and etc.] mailto:mikehwang@mail.ntust.edu.tw// Construction and Building Materials. - 2014. - Iss.52. - P. 361-365.
5. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955221913002537-cor0005 mailto:kjell.wiik@ntnu.nomailto:kjell.wiik@material.ntnu.no Mechanical properties of lightweight aggregates/ M.Bernhardt mailto:markus.bernhardt@material.ntnu.no [and etc.] mailto:mikehwang@mail.ntust.edu.tw// Journal of the European Ceramic Society. - 2013. - Iss33. - P. 2731–2743.
6. Characterisation of the pore-forming process in lightweight aggregate based on silica sludge by means of X-ray micro-tomography (micro-CT) and mercury intrusion porosimetry (MIP) / L. Korat http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884213001983 - cor1mailto:vilma.ducman@zag.si [and etc.] mailto:mikehwang@mail.ntust.edu.tw// Ceramics International. – 2013. - Vol. 39 Iss. 67 – P. 6997-7005.
8. Технология получения керамзит из невспучивающей глины / И.А. Ивлева, М. С. Шиманская, И. И. Немец // GlassandCeramics.- 2011. - № 11. -P. 17-18.
9. Иваненко В. Н. Кремнистые породы и новые возможности их применения / В.Н. Иваненко, Я. Г. Белик. - Харьков: Изд-во ХГУ, 1971. - 148 с.
10. Технологические схемы производства термолитаиз опок различных разновидностей / Г. И. Коношенко, И. П. Миляков, М. В. Сафонова // Эффективные искусственные пористые заполнители: сб.тр.ВНИИСтром. - М.,1988. - № 64 (92). - С. 85-93.
11. Иваненко В. Н. Строительные материалы и изделия из кремнистых пород / В. Н. Иваненко. - Киев: Будивельник, 1978. - 120 с.

12. Иваненко В. И. Термолит / В. Н.Иваненко, Б. И.Дмитриев. - Харьков: Прапор, 1965. - 128 с.
13. Павлов В.Ф. Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики / В.Ф. Павлов. - М.: Стройиздат, 1977. - 240 с.
14. Получение искусственного пористого заполнителя спеканием легких кремнистых пород / Б. М. Гладышев [и др.] // Строительные материалы. - 1971. - № 7. - С. 12-16.
15. Липницкая Т.Д. Пористые заполнители бетонов на основе опок / Т. Д. Липницкая, Р. Д. Азелицкая, А. А. Спасских // Строительные материалы. - 1973.- № 3.- С. 24-25.
16. Производство пористых заполнителей из опал-кристобалитовых пород/ Г. А. Петрихина [и др.]: // Всесоюз. научно-исследовательский ин-т научно-технической информации и экономики промышленности строительных материалов: науч.-техн. реф. сб.- ВНИИЭСМ. - М.: 1985. - сер. 4. Промышленность керамических стеновых материалов и пористых заполнителей. - С. 2-10.
17. Иваненко В. Н. Особо легкий заполнитель для бетонов из кремнистых пород / В. Н. Иваненко // Строительные материалы. - 1975. - № 8. - С. 13-15.
18. Плотников А. Производство пористых заполнителей и изделий на их основе: обзорная информацияЦНТИ / А. Плотников, Л. Онацкая, И. Котова. –М., 1977.-64 с.
19. Парута Г. А. Улучшение качества термолита модификацией окремнелых опок: автореф. дис...канд. хим. наук / Г. А. Парута. - Одесса. 1988. - 18 с.
20. Получение вспученных заполнителей из кремнистых опаловых пород с использованием отходов промышленности в качестве добавок / Г. А. Петрихина [и др.] // Эффективные искусственные пористые заполнители: сб. тр. ВНИИСтром. - М., 1988. -№ 64 (92).– С. 74-84.
21. Дудеров И. Г. Общая технология силикатов: учеб. / И. Г. Дудеров, Г. М. Матвеев, В. Б. Суханова. - М.: Стройиздат, 1987. - 560 с.
22. Майзель И. Л. Технология теплоизоляционных материалов/ И. Л. Майзель, В. Г. Сандлер. – М.: ВШ, 1988. - 240 с.
23. ГОСТ 2694-78. Изделия пенодиатомовые и диатомовые тепло-изоляционные. Технические условия. - Взамен ГОСТ 2694-67; введ.01.07.79 до 03.83. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 4 с.
24. Климцов Е. Я. Отработка параметров производства кирпича из масс пониженной влажности на основе диатомита / Е. Я. Климцов, Н.Н. Климцова // Сб. тр. ВНИИСтром. – М., 1979. - № 41(69). - С 52- 60.
25. Кашкаев И.С. Разработка составов для получения лицевого кирпича из диатомитов / И.С. Кашкаев [и др.] // Технология строительной

керамики и искусственных пористых заполнителей: сб.тр. ВНИИСтром. - М., 1974. - № 29(57). - С. 43-48.
26. Пленкин А. П. Использование опал-кристобалитовых пород в производстве строительных материалов и природных сорбентов // Опалиты Западной Сибири: сб. науч. тр. ЗапСибНИГНИ / под ред. П. П. Генералова. - Тюмень, 1987. - С. 114-125.
27. Ашмарин Г. Д. Искусственные пористые заполнители и керамические стеновые изделия на основе кремнисто-глинистого сырья Тюменской области / Г. Д. Ашмарин, Л. С. Мельникова, Г. А. Петрихина // Эффективные искусственные пористые заполнители: сб. тр. ВНИИСтром. -М., 1988. - 64 (92). - С. 98-107.
28. Кашкаев И. С. Строительный кирпич из трепелов и диатомитов / И. С. Кашкаев, В.Т. Новинская // Строительные материалы. - 1973. - № 3. - С. 12-16.
29. Бурмистров В. Н. Исследование диатомитов как сырья для производства лицевого кирпича / В. Н. Бурмистров, В. Т. Новинская, Е. Я. Климцов // Технология строительной керамики и искусственных пористых заполнителей: сб.тр. ВНИИСтром.-М., 1979. - № 41(69). - С. 39-51.
30. Климцов Е. Я. Отработка параметров производства кирпича из масс пониженной влажности на основе диатомита / Е.Я. Климцов, Н.Н. Климцова // Технология строительной керамики и искусственных пористых заполнителей: сб.тр. ВНИИСтром. - М., 1979. - № 41(69). - С. 52-60.
31. Альперович И. А. Производство лицевого кирпича светлых тонов на основе глины и трепела / И. А. Альперович // Технология строительной керамики и искусственных пористых заполнителей: сб.тр. ВНИИСтром. -М., 1979. - № 41(69). - С. 81-86.
32. А. с. 1024437 СССР, МКИ С04В 33/00. Керамическая масса / Ф.С. Юдилевич, Т. И. Трунов (СССР). - № 23-1983.
33. А. с. 1141083 СССР, МКИ С04В 33/00. Сырьевая смесь для изготовления стеновой керамики/ Р.Т. Абдулгазимова, С.М. Черняева, Р. И. Ициенок, Э. М. Жукова (СССР). - 1985. - 84 с.
34. А. с. 800161 СССР, С04В 15/06. Сырьевая смесь для изготовления строительных изделий / В. И. Ремизникова, С. П. Шептинский, В.В. Герасимов (СССР). - 1981. - № 45.– 131 с.
35. А. с. 867909 СССР, С04В 35/14. Состав для изготовления керамических изделий / В. И. Ремизникова, С. П. Шептинский, В. В. Герасимов (СССР). - 1981. - № 36.
36. А. с. 808480 СССР, С04В 35/14. Масса для изготовления керамических изделий / В. И. Ремизникова, С. П. Шептинский, В. В. Герасимов (СССР). - 1981. - № 8.

37. А. с. 887533 СССР, С04В 33/00. Состав для изготовления керамических стеновых изделий / Л. В. Воропаева, П. А. Иващенко [и др.] - 1981. - № 45.
38. А. с. 706226 СССР, С04В 33/00. Состав для керамических стеновых изделий и способ их изготовления / П. А. Иващенко, Х. С. Воробьев, В. П. Варламов [и др.] - 1981. - № 2.
39. А. с. 874711 СССР, С04В 33/00. Сырьевая смесь для изготовления стеновой керамики / В. Е. Токаев, П. А. Иващенко, В. П. Варламов [и др.] - 1981. - № 39.
40. А. с. 757496 СССР, С04В 33/00. Шихта для изготовления строительных изделий / Э. Я. Эстерлейн, Б. В. Тимохин, А. Е. Манко [и др.] - 1980. - № 31.
41. Козлов А. В. Конструкционно-теплоизоляционный бетон на обжиговой связке из сланцев и опок: дис...канд. техн. наук / А. В. Козлов. - Ростов-на-Дону: РИСИ, 1990.-187 с.
42. Котляр В. Д. Стеновые изделия из пресс-опокобетона на обжиговой связке: дис...канд. техн. наук. - Ростов-на-Дону: РГАС, 1993. - 189 с.
43. Ценке В.И. Трещины расслаивания при полусухом способе прессования керамических изделий и меры борьбы с ними / В.И. Ценке // Улучшение качества глиняного строительного кирпича: сб.стат. - Центр.и Моск. правл. всесоюз. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева; ред. Р. М. Гурвич [и др.] - Москва: Лег.индустрия, 1964. - С. 63-69.
44. Лундина М.Г. Производство кирпича методом полусухого прессования/ М. Г. Лундина, П. И. Берштейн, Г. С. Блох. - М.: Госстройиздат, 1958. -164 с.
45. Химическая технология керамики и огнеупоров: учеб. / П.П. Будников [и др.] - М.: Стройиздат, 1972. - 552 с.
46. Истомин В. Подбор оптимального фракционного состава аргиллитов для производства кирпича/ В.И. Истомин, В.Я. Толкачев, Н.Ж. Сорокин // Строительные материалы. - 1980. - № 4. - С. 23-24.
47. Абдрахимов В.З. Производство керамических изделий на основе отходов энергетики и цветной металлургии: монография/ В.З. Абдрахимов. - Усть-Каменогорск: ВКТУ, 1997. - 290 с.
48. Дистанов У. Г. Кремнистые породы СССР / У. Г. Дистанов. – Казан: Татарское книжное издательство, 1976. - 412 с.
49. Камалов С. М. География размещения месторождений полезных ископаемых Уральской области и их народнохозяйственное значение / С. М. Камалов, К. А. Ли. - Уральск, 1992. -139 с.
50. Монтаев С. А. Разработка технологии керамзита с использованием лессовидных суглинков в композиции с бентонитовой глиной/ С.А Монтаев, А. Т. Таскалиев / Актуальные проблемы социально-экономического развития Прикаспийского региона в условиях

инновационной экономики: мат. Российско-Казахстанской междунар. науч.-практ. конф. / Элиста: изд-во Калм. ун-та. - 2012. Ч. I. - С. 97-98.
51. Исследование свойств физико-механических свойств легкого заполнителя- керамзита на основе лессовидного суглинка / С.А. Монтаев [и др.] // Современные научные достижения-2013: мат. междунар. конф. - Прага: Publishing House «Education and Science», 2013. - С. 84-87.
52. Монтаев С. А. Технология переработки кремнистой породы опоки для получения искусственного щебня / А. С. Монтаев, А.Т. Таскалиев, С. М. Жарылгапов // Новости науки Казахстана. - 2013. -№ 3. - С. 54-59.
53. Бережной А. С. Многокомпонентные системы окислов / А.С. Бережной. - Киев: Наук.думка, 1970. - 544 с.
54. Пащенко А. А. Физическая химия силикатов /А. А. Пащенко.– М.: Высшая школа, 1986. - 368 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Участие в международных выставках, симпозиумах, конференциях, форумах, выпуск рекламного буклета и выступление в средствах массовой информации

1. Участвовали в международном форуме «WESTKAZINVEST», проходившего 7-9 октября 2014г. в г. Уральске.

В рамках этого форума встречались с потенциальными инвесторами, получили консультацию для дальнейшего продвижения проекта в фонд «ДАМУ», «СПК ОРАЛ» и участвовали в семинаре в Технопарке «Алгоритм», организованного представителями ТОО «ЦКТ» (рисунок 1).

Рисунок 1 – Участники международного форума «WESTKAZINVEST»

2. Участвовали в 1 международном форуме «Коммерциализация технологий», проходившего 4-5 ноября 2014г. в г. Астане.

В рамках этого форума была организована выставка с демонстрацией технологий и промышленных образцов искусственного щебня (рисунок 2). Были изготовлены рекламные буклеты и раздаточные материалы для участников и гостей форума.

Рисунок 2 – Участники 1 международного форума и выставки

Участвовали в городской выставке «G-Global – Экспо-2017» с участием городского акима М.С. Кульгинова и международного эксперта CRDF – Global фонда гражданских исследований Госдепартамента США г-на Дьяченко О.Г. (рисунок 35).

Рисунок 3 – Моменты участия в выставке

Участвовали в международной выставке оборудований по производству строительных материалов, проходившего 25 апреля по 01 мая 2015г. в г. Пекине (Китай).

Участвовали в проведении переговоров с потенциальными инвесторами с 02 мая по 10 мая 2015г, на базе ТОО «СМП - Кызылорда», г. Кызылорда.

Участвовали в Выставке приуроченного расширенной коллегии с участием заместителя Премьер - Министра Сапарбаева Б.Ш., проходившего 11-13 февраля 2015г. в г. Астане.

Участвовали в международном VIII Астанинском экономическом форуме, проходившего 21-22 мая 2015г. в г. Астане.

Участвовали на заседании Попечительского совета под председательством заместителя акима области Стексов И.В., проходившего 26 мая 2015г. в г. Уральске (ПРИЛОЖЕНИЕ 20).

Участвовали в технологическом брокерском событии «Коммерциализация технологий», организованного МОН РК с ТОО «ЦКТ» и с американским фондом гражданских исследований «CRDF GLOBAL», проходившего 09-11 июня 2015г. в г. Астане.

22 мая руководитель проекта профессор Монтаев С.А. в рамках международного VIII Астанинского экономического форума выступил с интервью по Национальному телеканалу «Казахстан» и «24-KZ».

Участвовали в международной выставке Astana Art Fest, г Астана с 03 по 07 июля 2015г.

Участвовали в Международном конкурсе "Качественная ИННОВАЦИЯ - 2015", Алматы с 16 по 19 сентября 2015г.

Участвовали в конкурсе ТехГарден, проходившего 19-21 сентября 2015г. в г. Алматы.

3. Была разработана структура рекламного баннера и буклета для презентации проекта в выставках и форумах (рисунок 4,5).

Рисунок 4 – Общий вид баннера

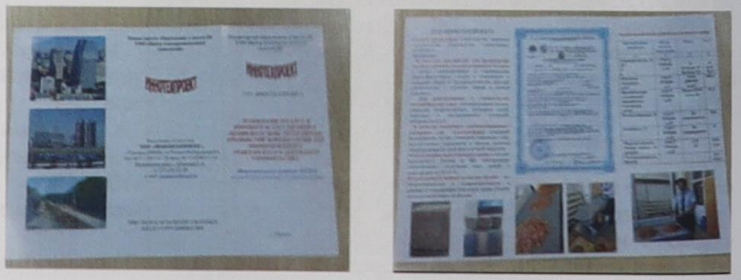


Рисунок 5 – Общий вид рекламного буклета

Патент на полезную модель №5238 «Технологический способ получения искусственного щебня-термолита (варианты)»

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ
PATENT

№ 5238

ПАЙДАЛЫ МОДЕЛЬГЕ / НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ / FOR UTILITY MODEL

(21) 2020/0172.2

(22) 17.02.2020

(45) 30.07.2020

(54) Жасанды қыршақ тас - термолитті технологиялық дайындау тәсілі (нұсқалар)
Технологический способ получения искусственного щебня - термолита (варианты)
Technological method for producing artificial crushed stone - thermolith (options)

(73) «Жәнгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (KZ)
Некоммерческое акционерное общество «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана» (KZ)
«Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University» Non-Commercial Joint-Stock Company (KZ)

(72) Монтаев Сарсенбек Алиакбарулы (KZ) Montayev Sarsenbek Aliakbaruly (KZ)

ЭЦҚ қол қойылды
Подписано ЭЦП
Signed with EDS

Е. Куантыров
Е. Куантыров
Y. Kuantyrov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of the «National Institute of Intellectual Property» RSE

Публикации в средствах массовой информации

Опубликована статья «ЗКО в полуфинале» в областной газете «Приуралье», №103 (23752), от «13» сентября 2014г (рисунок 38).

Рисунок 6 – Статья «ЗКО в полуфинале»

Опубликована статья «Ученый новой формации» в областной газете «Приуралье», №105 (23754), от «18» сентября 2014г.(рисунок 7).

Рисунок 7 – Статья «Ученый новой формации»

Опубликована статья «БҚАТУ-лықтар жобаларымен елді танғалдыруда» в университетской газете «Орал өнірі», от «18» сентября 2014 г. (рисунок 8).

Рисунок 8 – Статья «БҚАТУ-лықтар жобаларымен елді танғалдыруда»

Опубликована статья «Ғалымдарымыз үздіктер қатарында» в университетской газете «Занғар», №23-24 (389-390), от «30» сентября 2014 г. (рисунок 9).

Рисунок 9 – Статья «Ғалымдарымыз үздіктер қатарында»

Весь процесс опытно – промышленного испытания на базе Известкового завода АО «Западно-Казахстанская корпорация строительных материалов» был снят журналистами телекомпаний «Казахстан», «Хабар», «24 KZ», «Казахстан – Орал», «ТДК 42».

Опубликована статья «От идеи до производства», в областной газете «Приуралье» №8, от 22 января 2015г. (рисунок10).

Приуралье

От идеи – до производства

ПУСК

Рисунок 10 – Статья «От идеи до производства»

Опубликована статья «Жергілікті өнімнен жасанды шағылтас шығарылады» в областной газете «Вестник Уральского городского маслихата» №3, от 22 января 2015г. (рисунок 43).

ОРАЛ ҚАЛАЛЫҚ

Мәслихат жаршысы

№3 (344)

22 қаңтар 2015 жыл

Вестник Уральского городского маслихата

Жергілікті өнімнен жасанды шағылтас шығарылады

Рисунок 11 – Статья «Жергілікті өнімнен жасанды шағылтас шығарылады»

Опубликована статья «Әлемде жоқ - жоба Оралда жүзеге аспақ», в областной газете «Орал өнірі» №8, от 22 января 2015г. (рисунок12).

Әлемде жоқ - жоба

ОРАЛДА ЖҮЗЕГЕ АСПАҚ

Рисунок 12 – Статья «Әлемде жоқ - жоба Оралда жүзеге аспақ»

ЗАҢҒАР

Ғалымдарымыздың жобасы өндіріске енгізілді

Рисунок 13 – Статья «Ғалымдарымыздың жобасы өндіріске енгізілді»

Опубликована статья «Инновация тұңғиығынан «Маржан» терген…» в республиканской газете «Экономика», №43 (425), от «04» ноября 2015 г. (рисунок 14).

ЭКОНОМИК
республикалық апталық газет
Меморандумға қол қойылды
Құрылыс сапасы қатаң бақылауда
ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БАРЛАУ ЖҰМЫСТ БАСТАЛДЫ
ИННОВАЦИЯ ТҰҢҒИЫҒЫНАН «МАРЖАН» ТЕРГЕН...

Рисунок 14 – Статья «ЗКО в полуфинале»

Опубликована статья «Инновационный потенциал уральских вузов» в областной газете «Приуралье», №131-132, от «17» октября 2015 г. (рисунок 15).

ЭКСПО 2017
9
Инновационный потенциал уральских вузов
EXPO 2017 Future Energy

Рисунок 15 – Статья «Инновационный потенциал уральских вузов»

Опубликована статья «Инновация тұңғиығынан «Маржан» теріп» в областной газете «Орал өңірі», №137 (20218), от «29» октября 2015г. (рисунок 16).

Орал өңірі
ИННОВАЦИЯ
EXPO 2017
13
Инновация тұңғиығынан «МАРЖАН» ТЕРІП...

Рисунок 16 – Статья «Инновация тұңғиығынан «Маржан» теріп»

Опубликована статья «Made in Kazakstan» в газете ЗКАТУ им Жангир хана «Заңғар», №25-26, от «19» октября 2015г. (рисунок 17).

ЗАҢҒАР
19.10.2015 жыл
«MADE IN KAZAKHSTAN»

Рисунок 17 – Статья «Made in Kazakstan»

П А С П О Р Т
полузаводской пробы

1. Полузаводская проба отобрана в Таскалинском районе Западно-Казахстанской области из существующего карьера в 1км к востоку от пос. Таскала, к югу от железной дороги.
2. Проба отобрана из стенки существующего карьера задирковым методом и сформирована валовым способом. Интервал отбора проба 0,2 - 5,0 м. Визуально материал проба представляет собой однородную породу - опоку светло-серого цвета, плотную. Содержание О – 55,55 – 59,48 %, Si – 19,32 – 33,01%, Na- 0,27-0,31%, Mg- 0,70-1,33%, Al – 2,23 – 10,57%, K- 0,36-1,61%, Ca - 0,35-17,32%, Ti- 0,17-0,20%, Fe – 1,51 – 14,59%, Ti- 0,17-0,20%. Общий вес пробы *210,0* т.
3. Радиоактивность опок составляет 0,05-0,12 мкр/час. Опока согласно «Норм радиационной безопасности (НРБ 99)» **радиационно безопасна,** эффективная удельная активность ($A_{эфф}$) < 48±11 Бк/кг.
4. Цель отбора пробы – установление пригодности сырья для производства искусственного щебня.

Проба полностью подготовлена к отправке.

От «Заказчика»:

Директор ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ» Монтаев С.А

Акт выполненных работ по грузоперевозке

Приложение 50
к приказу Министра финансов
Республики Казахстан
от 20 декабря 2012 года № 562

Форма Р-1

ИИН/БИН 140740012018

Заказчик ТОО "ИННОТЕХПРОЕКТ", г. Уральск, ул. Чагано-Набережная 84
полное наименование, адрес, данные о средствах связи

КХ "Джафаров А.К.", Западно-Казахстанская область, Зеленовский район, Переметное с., дом 37 — 680817301899

Исполнитель
полное наименование, адрес, данные о средствах связи

Договор (контракт) Договор на перевозку груза №1 от 11.09.2014г

Номер документа	Дата составления	Отчетный период с	по
27	30.09.14г		

АКТ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ (ОКАЗАННЫХ УСЛУГ)

Номер по порядку	Наименование работ (услуг)	Сведения о наличии отчета о маркетинговых исследованиях, консультационных и прочих услуг (дата, номер, количество страниц)	Единица измерения	Выполнено работ (оказано услуг) количество	цена за единицу	стоимость
1	2	3	4	5	6	7
1	грузоперевозки		тонна	210	3 095,23	650 000,30
			Итого		X	

Сведения об использовании запасов, полученных от заказчика
наименование, количество, стоимость

Приложение: Перечень документации счет фактура №00000000016 от 30.09.2014г

Составил Руководитель / Джафаров А.К. Принял (Заказчик) Директор / Монтаев С.А.
должность *подпись* *расшифровка подписи* *должность* *подпись* *расшифровка подписи*

М.П.

Протокол испытания №555

Нысанның БКСЖ бойынша коды Код формы по ОКУД КҰЖӨ бойынша ұйым коды Код организации по ОКПО	
Қазақстан Республикасының Тұтынушылардың құқықтарын қорғау агенттігі Агентство Республики Казахстан по защите прав потребителей	Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау министрінің 2011 жылғы 20 желтоқсандағы № 902 бұйрығымен бекітілген № 151/е нысанды медициналық құжаттама
РГКП «Западно-Казахстанский областной центр санитарно-эпидемиологической экспертизы» «Батыс Қазақстан Облыстық санитарлық-эпидемиологиялық сараптама орталығы» РМҚК	Медицинская документация Форма № 151/ у Утверждена приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 20 декабря 2011года № 902

Дозиметрлік бақылау
ХАТТАМАСЫ
ПРОТОКОЛ
дозиметрического контроля
№ 555
«8» октября күні 2014 ж.(г.)

1. Нысан атауы, мекенжайы (Наименование объекта, адрес) ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ», г.Уральск, Чагано-Набережная,84
2. Өлшеулер жүргізілетін орын (Место проведения замеров) Цех, г.Уральск, ул.Жангир-хана,51
(бөлім, цех, квартал) (отдел, цех, квартал)
3. Өлшеулер мақсаты (Цель измерения) по заявке
4. Өлшеулер тексерілетін нысан өкілінің қатысуымен жүргізілді (Измерения проводились в присутствии представителя обследуемого объекта) Главного сотрудника Таскалиева А.
5. Өлшеу құралдары (Средства измерений) Дозиметр РКС-01Г-Соло № 21-10
атауы, түрі, инвентарлық нөмірі (наименование, тип, инвентарный номер)
6. Тексеру туралы мәліметтер (Сведения о поверке) 21.06.2014 г.№ВА-17-0419340
берілген күні мен куәлігінің нөмірі (дата и номер свидетельства)
7. Өлшеу жағдайлары туралы қосымша деректер (Дополнительные сведения об условиях измерения)
рентген түтігінің жұмыс режимі (режим работы рентгеновской трубки)
фантом түрі (тип фантома)

Өлшеу нәтижелері
(Результаты измерений)

Тіркеу нөмірі Регистрационный номер	Өлшеу жүргізілген орын Место проведения измерений	Дозаның өлшенген қуаты (мкЗв/час, н/сек) Измеренная мощность дозы (мкЗв/час, н/сек) Еденнен жоғары (топырақтан) На высоте от пола (грунта)			Дозаның рауалы қуаты (мкЗв/час, н/сек) Допустимая мощность дозы (мкЗв/час, н/сек)		
		1,5м	1м	0,1м	1,5м	1м	0,1м
1	2	3	4	5	6	7	8
555	**Опоки (после термической обработки)**						
	Точка 1	-	-	0,10	-	-	0,30
	Точка 2	-	-	0,08	-	-	0,30
	Точка 3	-	-	0,07	-	-	0,30
	Точка 4	-	-	0,10	-	-	0,30
	Точка 5	-	-	0,12	-	-	0,30
	Точка 6	-	-	0,11	-	-	0,30
	Точка 7	-	-	0,09	-	-	0,30
	Точка 8	-	-	0,07	-	-	0,30
	Точка 9	-	-	0,09	-	-	0,30
	Точка 10	-	-	0,11	-	-	0,30

	Точка 11	-	-	0,06	-	-	0,30
	Точка 12	-	-	0,08	-	-	0,30
	Точка 13	-	-	0,11	-	-	0,30
	Точка 14	-	-	0,12	-	-	0,30
	Точка 15	-	-	0,10	-	-	0,30
	Точка 16	-	-	0,08	-	-	0,30
	Точка 17	-	-	0,09	-	-	0,30
	Точка 18	-	-	0,05	-	-	0,30
	Фон на территории	0,08	0,09	0,06	-	-	-

Үлгілердің (нің) НҚ-ға сәйкестігіне зерттеулер жүргізілді (Исследование проводились на соответствие НД) ПП РК от 3 февраля 2012 года №201, об утв. гигиенических нормативов «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности»

Хаттама 2 данада толтырылады (Протокол составляется в 2-х экземплярах)

Зерттеу жүргізген (Исследование проводил) Заведующая лабораторией Кужахметова А.А.
лауазымы, тегі, аты, әкесінің аты, қолы (должность, фамилия, имя, отчество, подпись)

Зерттеуді тексерушінің тегі, аты, әкесінің аты, қолы (фамилия, имя, отчество, подпись заведующего лабораторией) Кужахметова А.А.

Мөр орны
Место печати

Санитарлық-эпидемиологиялық сараптама орталығының басшысы (орынбасары)
Руководитель Центра санитарно-эпидемиологической экспертизы (заместитель)

Калиев К.Ж.
тегі, аты, әкесінің аты қолы (фамилия, имя, отчество, подпись)

Протокол испытаний №1384

KZ.И.09.0204

QM4
(Приложение Б)
Дата: 22.07.2013 г.

Отдел испытаний
Западно-Казахстанского филиала АО «Национальный центр экспертизы и сертификации»
аттестат аккредитации № KZ.И.09.0204 от 05.09.2013 г.
090005, г. Уральск, ул. Гагарина 23, телефон 23-97-45

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ 1384 от 30.05.2014 г.

Акт отбора образцов от: 27.05.2014 г.
Наименование образца продукции: щебень из пористых горных пород: кремнистая порода-опока
Предприятие изготовитель: РГК на ПВХ «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана»
Страна: Казахстан
Заявитель (фамилия), адрес: РГК на ПВХ «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана, 51
Дата изготовления продукции: 2014 г. Срок годности до: не ограничен
Дата поступления образца в лабораторию: 29.05.2014 г.
Дата начала проведения испытаний: 29.05.2014 г.
Дата окончания проведения испытаний: 29.05.2014 г.
НД на продукцию: Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) глава II раздел 11
Вид испытаний: сертификационный
температура: 23 ^{0}C
влажность: 64 %

Наименование показателя	НД на методы испытаний	Норма	Факт	Расширенная неопределенность
1	2	3	4	5
Удельная эффективная активность ЕРН, Бк/кг	ГОСТ 30108-94	не более 370	48 ± 11	-

Испытания проводили: Нурмуханова А.

Ответственный за подготовку протокола испытаний заведующий сектором Голубова Е.

Утверждаю: начальник отдела или уполномоченное лицо: Ермагамбетова Р.

Протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытаниям

Запрещается частичная перепечатка протокола без разрешения отдела испытаний Западно-Казахстанского филиала АО «Национальный центр экспертизы и сертификации»

Протокол испытаний №1/873 -14

KZ.И.09.0674

Испытательная лаборатория ТОО «Гидромаш-Орион-МЖБК»
Республика Казахстан, Западно-Казахстанская область, 090005, г. Уральск, ул. Урдинская, 1а, телефон 98-90-41, факс 98-90-49
Аттестат аккредитации № KZ.И.09.0674 от 05.02 2010 г.

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 1/873-14
От 27.10.2014 г.

Температура 22 ^{0}C
Влажность 61 %

Акт отбора образцов от	-
Наименование продукции	Щебень из пористых горных пород, кремнистая порода, опока фр.10-20мм.
Предприятие – изготовитель	ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ»
Страна	Республика Казахстан
Заявитель, адрес	ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ» г. Уральск, ул. Чагано-Набережная, 84
Количество образцов	10 кг.
Дата изготовление продукции	2014 г.
Дата поступления образца	23.10.2014 г.
Дата начала проведения испытаний	27.10.2014 г.
Дата окончания проведения испытаний	27.10.2014 г.
Обозначение НД на продукцию	ГОСТ 22263-76
Вид испытаний	контрольный

Результаты испытаний:

Наименование параметра	НД на методы испытаний	Норма	Факт
1	2	3	4
Насыпная плотность, кг/м^3	ГОСТ 9758-86 п.3	М900 (800-900 кг/м^3)	886,5
Прочность при сдавливании заполнителя в цилиндре, кг/см^2	ГОСТ 9758-86 п.20	Марка П350 Более 30	38,3

Протокол распространяется только на образцы, подвергнутые испытаниям.

Начальник Испытательной лаборатории К. Киреева

Ответственный за подготовку протокола
Специалист по испытаниям А. Бектелеуова

Сертификат соответствия КСС №1300131

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ЗКФ ОПС АО "НаЦЭкС", г. Уральск, ул. Гагарина, 23
e-mail: secretary@zkfnaceks.com, http://www.zkfnaceks.com

KZ-Q090317 КСС № 1300131

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
зарегистрирован в Государственном реестре

«3» сентября 2014 г. № KZ.2710317.05.01.04966

Действителен до «3» сентября 2015 г. при соблюдении условий хранения

1. Настоящий сертификат удостоверяет, что должным образом

Идентифицированная продукция Щебень из пористых горных пород:
кремнистая порода - опока в количестве 2 м3: 08 12 13
справка складская от 22.05.2014 2517
изготовленная
Республика Казахстан
РГК на ПВХ "Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана"

соответствует требованиям безопасности (качества), установленным в
ТР № 1331 от 31.12.2008; ГОСТ 22263-76; Единых СанЭпиТ требованиях;
утв. Решением Комиссии ТС № 299 от 28.05.2010 гл. II, разд. 11;
ТР № 277 от 21.03.2008

2. Заявитель (изготовитель, продавец) РГК на ПВХ "Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана", г. Уральск, ул. Жангир хана, 51

3. Сертификат выдан на основании испытаний, проведенных в ОИ:
ЗКФ АО "Национальный центр экспертизы и сертификации" № KZ.H.09.0204,
протокол № 1384 от 30.05.2014; НЛ ТОО "Гидромаш-Ойл-МОКБА" № KZ.H.09.0674,
протокол № 11-14 от 14.08.2014

4. Дополнительная информация схема подтверждения соответствия № 7

Подпись руководителя органа по подтверждению соответствия или уполномоченного им лица А. Прядко

Подпись эксперта-аудитора Г. Сабыргалиева

Договор с «Уральскдорстрой»

Договор на лабораторное обслуживание

№ 91

г. Уральск «26» сентября 20 14 г.

АО «Уральскдорстрой», именуемое в дальнейшем «Исполнитель», в лице Президента **Лисицына И.Б.**, действующего на основании устава с одной стороны и **Аттестата Аккредитации № KZ.И.09.0306** от «26» октября 2011 года, и **ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ»** в лице директора **Монтаева С.А.**, именуемое в дальнейшем «Заказчик», действующего на основании Устава, утвержденного «16» июля 2014 года с другой стороны, заключили настоящий договор о нижеследующем:

1. Предмет договора

1.1 «Заказчик» поручает, а «Исполнитель» принимает на себя обязательства по лабораторному обслуживанию – испытанию, подбору и другие услуги подобного характера.

2. Права и обязанности сторон

2.1 «Исполнитель» обязуется:
2.1.1 Оказать услуги по лабораторному обслуживанию по заявке «Заказчика» в полном объеме и в согласованные сроки.
2.2 «Заказчик» обязуется:
2.2.1 Подавать заявки и предоставлять образцы до начала проведения работ.
2.2.2 Произвести исполнителю оплату за выполнение работы на условиях настоящего договора.

3. Стоимость работ и порядок расчетов

3.1 До начала работ «Заказчик» производит авансовый платеж в сумме тридцать тысяч тенге, НДС в том числе.
3.2 Оплата производится за фактически выполненные работы по утвержденным расценкам.
3.3. Оплата за оказанные услуги производится путем перечисления на расчетный счет на основании счет-фактуры не позднее 10-ти дней после их получения.

4. Ответственность сторон

4.1 За невыполнение или ненадлежащие выполнение обязательств по настоящему договору «Исполнитель» и «Заказчик» несут имущественную ответственность в соответствии с действующим Законодательством.
4.2 «Исполнитель» несет ответственность за своевременность и качество проведенных испытаний, согласно НД.
4.3 «Заказчик», при не выполнении п.3.3 договора, уплачивает «Исполнителю» 0,5% от стоимости работ за каждый день просрочки платежа.

5. Срок действия договора

5.1 Настоящий договор вступает в силу с момента его подписания и действует 1 (один) год, а так же до окончательных расчетов сторон.

Отзыв

на искусственный щебень, произведенный по технологии инновационного патента РК №27034, под руководством директора ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ» д-ра техн. наук, профессора С.А. Монтаева

Искусственный щебень, произведенный по технологии инновационного патента РК №27034 представляет собой фракции 5-10 мм, 10-20 мм, 20-40 мм и имеет темно-красный цвет.

Марка по прочности искусственного щебня соответствует 600 - 800

По указанному свойству искусственный щебень соответствует требованиям ГОСТ 8269.0-97.

Из опытно-промышленной партии искусственного щебня были изготовлены бетонные и железобетонные изделия в виде блоков, железобетонные кольца, фундаментные блоки, канализационные люки, бетонные тумбы под металлические стойки для газопроводов. Указанные изделия, произведенные с использованием искусственного щебня соответствуют всем требованиям ГОСТов и успешно реализованы потребителям.

Директор ТОО «НУРТЕМ» Т. Д. Нурмухаев

«Утверждаю»
Директор ТОО «Нуртем»
Т. Д. Нурмухаев
«22» 12 2015 г.

АКТ

Промышленного внедрения опытно-промышленной партии искусственного щебня произведенного по технологии инновационного патента РК №27034 разработанного учеными ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ», НИИ «Инжиниринга и ресурсосбережения» Западно - Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана под руководством доктора технических наук, профессора С. А. Монтаева.

Мы, нижеподписавшиеся, от ТОО «НУРТЕМ», в лице заместителя директора Кажгалиева С.К., от ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ» в лице директора д-ра техн. наук, профессора С.А. Монтаева, ведущих специалистов в лице магистра технических наук Таскалиева А.Т., кандидатов технических наук Шакешева Б.Т., Нарикова К.А. и Адиловой Н.Б., от Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана в лице докторанта Жарылгапова С.М., докторанта Монтаевой Н.С., магистранта Монтаевой А.С. составили настоящий акт о том, что разработка ученых, магистрантов и докторантов под руководством доктора технических наук, профессора С. А. Монтаева были внедрены в производство на базе ТОО «НУРТЕМ», г. Уральск.

Из опытно-промышленной партии искусственного щебня были изготовлены бетонные и железобетонные изделия в виде блоков, железобетонные кольца, фундаментные блоки, канализационные люки, бетонные тумбы под металлические стойки для газопроводов. Указанные изделия, произведенные с использованием искусственного щебня соответствуют всем требованиям ГОСТов и успешно реализованы потребителям.

Подписи:

Директор ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ», д.т.н., профессор	С.А. Монтаев
ЗКАТУ им. Жангир хана	
Зам. директора ТОО «НУРТЕМ»	С.К. Кажгалиев
магистр технических наук	А.Т.Таскалиев
канд. техн. наук	Б.Т. Шакешев
канд. техн. наук	К.А. Нариков
канд. техн. наук	Н.Б. Адилова
докторант	Н.С. Монтаева
докторант	С.М. Жарылгапов
магистрант	А.С. Монтаева

Отзыв

на искусственный щебень, произведенный по технологии инновационного патента РК №27034, под руководством директора ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ» д-ра техн. наук, профессора С.А. Монтаева

Искусственный щебень, произведенный по технологии инновационного патента РК №27034 представляет собой фракции 5-10 мм, 10-20 мм, 20-40 мм и имеет темно-красный цвет, его основные физико – механические свойства:

- насыпная плотность 800 – 950 кг/м^3;
- марка по прочности при сдавливании в цилиндре П-350;
- коэффициент теплопроводности 0,1 – 0,12 Вт/мхК;

По указанным свойствам искусственный щебень соответствует требованиям ГОСТ 22263 - 76.

Искусственный щебень успешно может использоваться как насыпной теплоизоляционный материал для теплоизоляции оснований фундаментов, полов, отмосток, плит перекрытий, покрытий и кровли. Кроме того данный материал может использоваться в производстве легких теплоизоляционно – конструкционных материалов с целью проектирования и строительства энергоэффективных зданий и сооружений. По своей прочности искусственный щебень пригоден для использования их в нижних слоях конструкций автомобильных дорог, тротуаров, внутридворовых подъездных путей и площадок

Зам руководителя ЖКХ
ПТ и АД г. Уральска К. К. Мухамбеткалиев

«Утверждаю»
Руководитель отдела
ЖКХ, ПТ и АД г. Уральска
Р. С. Закарин
«24» 02 2015 г.

АКТ

Промышленного внедрения опытно-промышленной партии искусственного щебня произведенного по технологии инновационного патента РК №27034 разработанного учеными ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ», НИИ «Инжиниринга и ресурсосбережения» Западно - Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана под руководством доктора технических наук, профессора С. А. Монтаева.

Мы, нижеподписавшиеся, от отдела ЖКХ ПТ и АД г. Уральска, в лице заместителя руководителя Мухамбеткалиева К. К., от ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ» в лице директора д-ра техн. наук, профессора С.А. Монтаева, ведущих специалистов в лице магистра технических наук Таскалиева А.Т., кандидатов технических наук Шакешева Б.Т., Нарикова К.А. и Адиловой Н.Б., от Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана в лице докторанта Жарылгапова С.М., докторанта Монтаевой Н.С., магистранта Монтаевой А.С. составили настоящий акт о том, что разработка ученых, магистрантов и докторантов под руководством доктора технических наук, профессора С. А. Монтаева были внедрены в производство путем использования их в качестве насыпного теплоизоляционного материала для утепления пола, плит перекрытия и кровли жилых домов г. Уральска.

Насыпной теплоизоляционный материал в виде искусственного щебня соответствует всем требованиям ГОСТов и успешно использован при строительстве жилых домов г. Уральска.

Подписи:

Директор ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ», д.т.н., профессор ЗКАТУ им. Жангир хана	С.А. Монтаев
Зам руководителя ЖКХ	К. К. Мухамбеткалиев
магистр технических наук	А.Т.Таскалиев
канд. техн. наук	Б.Т. Шакешев
канд. техн. наук	К.А. Нариков
канд. техн. наук	Н.Б. Адилова
докторант	Н.С. Монтаева
докторант	С.М. Жарылгапов
магистрант	А.С. Монтаева

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

ДОГОВОР КУПЛИ-ПРОДАЖИ ТОВАРА № 1

г.Уральск, «26» 01 2015 г.

ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ» в лице директора Монтаева С.А. действующего на основании Устава, именуемый в дальнейшем **«Продавец»**, с другой стороны **ТОО «НУРТЕМ»** действующего на основании Свидетельство по НДС 27001 № 0005989 от 19.11.2012 г., именуемый в дальнейшем **«Покупатель»**, с другой стороны, именуемые в дальнейшем «Стороны», заключили настоящий договор о нижеследующем:

1. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРА.

1.1.На условиях и в порядке, определенном настоящим договором, «Продавец» обязуется передать в собственность «Покупателя», а «Покупатель» обязуется принять и оплатить следующий товар: -
Наименование товара: Опытно-промышленная партия искусственного щебня.
- Количество товара – 60 т. (шестьдесят тонн.) Далее по тексту настоящего договора «Товар».
- Продажа товара связана только для испытания физико-механических свойств и подтверждения пригодности опытно-промышленной партий искусственного щебня в технологии производства бетонов и бетонных изделий на их основе в реальных промышленных условиях.

1.2.Настоящим «Продавец» подтверждает, что «Товар» принадлежит «Продавцу» на праве собственности, не заложен, не арестован, не обременен иными правами третьих лиц.

2. СТОИМОСТЬ ТОВАРА.

2.1.Настоящим стороны согласуют, что общая стоимость «Товара» по настоящему договору составляет 222 000 (Двести двадцать две тысячи) тенге, в том числе НДС.
2.2.Оплата «Товара по настоящему договору осуществляется в следующем порядке:
2.3.Оплата в размере 222 000 (Двести двадцать две тысячи) тенге на условиях предварительной оплаты осуществляется в течение 2 дней с даты подписания сторонами настоящего договора.

3. ПОРЯДОК ПЕРЕДАЧИ ТОВАРА

3.1.Товар по настоящему договору подлежит передаче в течение 2 дней с даты осуществления «Покупателем» предварительной оплаты.
3.2.Передача товара осуществляется путем самовывоза «Покупателя».
3.3.Факт приемки-передачи товара подтверждается актом приемки-передач.
3.4.Право собственности и риск случайной гибели товара переходит от «Продавца» к «Покупателю» с момента начала перевозки.

4. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТОРОН.

4.1.В случае просрочки «Покупателем» обязанности по оплате «Товара», «Покупатель» по требованию «Продавца» уплачивает последнему договорную неустойку в размере 0,1 % от неоплаченной суммы за каждый день просрочки.
4.2.В случае просрочки «Продавцом» обязанности по передаче «Товара», «Продавец» уплачивает «Покупателю» по требованию последнего договорную неустойку в размере 0,1 % от стоимости непереданного в срок «Товара» за каждый день просрочки.
4.3.Стороны договорились об участии «Продавца» в технологии приготовлении бетонных изделий с использованием опытно-промышленной партии искусственного щебня на базе «Покупателя».
4.4. Стороны договорились оформлять и подписывать необходимые документы о результативности применение опытно-промышленной партии искусственного щебня в составе бетонов и бетонных изделий.

5. ПРОЧИЕ УСЛОВИЯ.

5.1.Настоящий договор составлен в двух экземплярах на 1 странице каждый.
5.2.В случае возникновения споров и разногласий для сторон является обязательным досудебный претензионный порядок рассмотрения споров. Срок рассмотрения претензии – 10 календарных дней с даты получения такой претензии.

6. ПОДПИСИ И РЕКВИЗИТЫ СТОРОН.

ПРОДАВЕЦ:	**ПОКУПАТЕЛЬ:**
ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ»,	ТОО «НУРТЕМ»
090009, ЗКО, г. Уральск,	Г.УРАЛЬСК УЛ.ВЕРХНИЙ ТУПИК 15/1
ул. Чагано-Набережная, 84	РНН 270 100 226 214
БИН/ИНН: 140740012016,	БИН 050 240 010 914
ИИК: KZ16826L0KZTD2002156	ИИК KZ8684914KZ001072530
БИК: ALMNKZKA	BIC NURSKZKX УФ АО Г.УРАЛЬСК
АО «АТФБанк»	Свидетельство по НДС 27001 № 0005989 от
Тел. 8 777 238 43 59	19.11.2012г.
montaevs@mail.ru	e-mail: nurtem_ural@mail.ru
Директор	Директор
_____ Монтаев С.А.	_____ Нурмухаев Т.Д.
М.П.	М.П.

АКТ
лабораторных испытаний
на базе Домостроительного комбината ТОО «Болашак - Т»
«06» апреля 2015г

Мы нижеподписавшиеся, ДСК ТОО «Болашак - Т» в лице начальника ДСК Н.К.Сахарова, инженера испытательной лаборатории Тян Ян, инженер ОТК Мухамбетьяров С. М. с одной стороны и ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ» с другой стороны в лице директора С.А. Монтаева, гл. сотрудника А.Т. Таскалиева, во исполнении пунктов протокола намерений о сотрудничестве по проведению консультационных, исследовательских и испытательных работ с целью реализации научно-технических инновационных проектов составили настоящий акт в том, что на базе лаборатории ДСК ТОО «Болашак - Т» были проведены лабораторно-технологические работы по разработке составов бетона и испытанию бетонных образцов с использованием опытно – промышленной партии искусственного щебня, разработанного по инновационному патенту №27034 «Способ получения искусственного щебня» в рамках гранта ТОО «Центра коммерциализации технологий» МОН РК.

Результаты испытаний будут использованы при реализации инновационного проекта с последующим внедрением в производство.

Наименование выполненных работ:

1. Определение состава бетона на основе искусственного щебня.

Исходные данные по щебню:
- насыпная плотность природного щебня составляет 1430 кг/м^3;
- насыпная плотность искусственного щебня составляет 950 кг/м^3;

Для определения оптимального состава на основе искусственного щебня в качестве базового состава принят заводской состав бетона ДСК:

Природный щебень (фракция 10-20мм) – 1000 кг;
ПГС – 910 кг;
Цемент – 440 кг;
Вода – 200 л;
Добавка – 4,3 кг.

Исходя из разницы насыпной плотности природного и искусственного щебня были приготовлены следующие составы компонентов для приготовления бетона на основе искусственного щебня:

Состав №1

Искусственный щебень (фракция 10-20мм) – 500 кг;
ПГС – 910 кг;
Цемент – 440 кг;
Вода – 200 л;
Добавка – 4,3 кг.

Состав №2

Искусственный щебень (фракция 10-20мм) – 600 кг;
ПГС – 910 кг;
Цемент – 440 кг;
Вода – 200 л;
Добавка – 4,3 кг.

При этом весовые соотношения составляющих компонентов бетона - песок, цемент, вода и добавка в виде суперпластификатора приняты как в заводском составе, за исключением содержания щебня.

Содержание искусственного щебня в составе №1 составляет 500 кг, а составе №2 составляет 600 кг.

Снижение содержания щебня в составе бетона сократилось на 400 – 500 кг на 1 м^3 бетона. Это связано с тем, что насыпная плотность искусственного щебня ниже, чем природного на 35 – 40%. При этом экономия заполнителя для приготовления 1 м^3 бетона в весовом соотношении составляет 40 – 50%.

На основе этих двух составов были приготовлены 6 кубиков (100x100x100мм) и отправлены на твердение на участок тепловой обработки вместе с заводскими изделиями.

После истечения суточной тепловой обработки кубики подвергались испытанию на сжатие. Результаты определения прочности на сжатие представлены ниже:

1 образец состава №1

Масса *m = 2,195 кг,* сдавливание происходило на прессе под давлением 400 кН. Класс бетона по прочности В 30.

Определение прочности при сдавливании: *R = 386,0 кгс/см^2.*

2 образец состава №1

Масса *m = 2,14 кг,* сдавливание происходило на прессе под давлением 500 кН.

Определение прочности при сдавливании: *R = 328,0 кгс/см^2.*

1 образец состава №2

Масса *m = 2,18 кг,* сдавливание происходило на прессе под давлением 400 кН.

Определение прочности при сдавливании: *R = 380,0 кгс/см^2.*

2 образец состава №2

Масса *m = 2,21 кг,* сдавливание происходило на прессе под давлением 500 кН.

Определение прочности при сдавливании: *R = 400,0 кгс/см^2.*

Заключение

1. По результатам проведенных испытаний установлено, что образцы состава №1 соответствует марке бетона по прочности М 350, а образцы состава №2 соответствует марке бетона по прочности М 400;
2. Содержание искусственного щебня в составе №1 составляет 500 кг, а составе №2 составляет 600 кг. Снижение содержания щебня в составе бетона сократилось на 400 – 500 кг на 1 м^3 бетона. Это связано с тем, что насыпная плотность искусственного щебня ниже, чем природного на 35 – 40%. При этом экономия заполнителя для приготовления 1 м^3 бетона в весовом соотношении составляет 40 – 50%.

Подписи:

От ДСК ТОО «Болашак - Т»

Начальник ДСК _____ Н.К Сахаров

Инженер испытательной лаборатории _____ Тян Ян

инженер ОТК _____ Мухамбетьяров С. М.

ТОО «Болашак-Т» ЖШС ОТК

От ТОО «ИННОТЕХПРОЕКТ»

директор _____ С.А. Монтаев

гл. сотрудник _____ А.Т.Таскалиев

«ИННОТЕХПРОЕКТ»

Научное издание

Монтаев Сарсенбек Алиакбарулы

Доктор технических наук, профессор

Перспективная технология производства искусственного щебня (термолита) на основе кремнистой породы-опоки Западного Казахстана

МОНОГР АФИЯ

Подписано к печати 02.11.2022г.
Формат 60х84 1/16 Бумага листовая 80 м/г
Объем 8 ус.п.л. Заказ №76
Тираж 500 экз.

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных оригиналов

в РИЦ НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»
090009, г.Уральск, Жангир хана, 51