

Краевой конкурс учебно-исследовательских и проектных работ учащихся
«Прикладные вопросы математики»

Прикладные вопросы математики

**Получение строительных материалов и их применение.
Эксперимент и его обработка**

Морошкина А.Н.

МОУ «Лицей №1» г. Перми, 11 кл.

Пан Л.С., к.х.н., доц.

Содержание:

Введение	стр.3
<u>Глава 1. Литературный обзор</u>	
1.1 Строительные материалы. Общие сведения о строительных материалах и их основных свойствах	стр.4
1.2 Магнезиальное вяжущее.....	стр.12
1.3 Газобетон.....	стр.20
<u>Глава 2. Задачи исследования</u>	стр.22
<u>Глава 3. Методика проведения эксперимента</u>	стр.23
<u>Глава 4. Экспериментальная часть</u>	стр.25
4.1 Термодинамический расчет.....	стр.28
Заключение	стр.30
Список литературы	стр.31

Введение:

Свои корни строительство берет из далекой древности. Сегодня строительство – это масштабно развивающаяся отрасль. В наше время невозможно обойтись при производстве строительных работ без использования строительного-отделочных машин. Технологии в значительной степени совершенствуются, мир не замер на месте, он преобразуется и движется, а параллельно с ним модифицируются и технологии.

Анализ современных тенденций внедрения новых строительных технологий и материалов в экономически развитых странах мира позволяет утверждать, что основой динамичного внедрения в практику на ближайшие 10-20 лет станут материалы и технологии, полученные на основе достижений и разработок в области нанотехнологий. Бурное развитие нанотехнологий, с одной стороны, предполагает использование достигнутых результатов фундаментальных исследований в прикладных областях строительной науки, а с другой — само развитие нанотехнологий невозможно без новых подходов к разработке и получению новых строительных материалов.

Производственные нанотехнологии ставят специфические задачи перед проектировщиками и строителями всех специальностей. Строгие требования к параметрам воздушной среды, температурно-влажностному режиму, акустическим и антистатическим параметрам помещений, виброизоляции определяют новые требования в том числе и к выбору материалов и технологий, применяемых при возведении зданий.

Производство строительных материалов, отвечающих требованиям времени, в условиях жесточайшей конкуренции возможно только на основе современных технологий с учетом ранее достигнутых результатов. Говоря о технологии, следует помнить, что это не только совокупность методов обработки и изготовления продукции, это еще и наука, изучающая физико-химические, механические и другие закономерности.

Глава 1. Строительные материалы:

Строительные материалы — материалы для возведения зданий и сооружений. Наряду со «старыми» материалами как древесина и кирпич с началом промышленной революции появились новые стройматериалы как бетон, сталь, стекло и пластмасса. В настоящее время широко используют предварительно напряжённый железобетон и металлопластик.

Общие сведения о строительных материалах и их основные свойства:

В процессе строительства, эксплуатации и ремонта зданий и сооружений строительные изделия и конструкции из которых они возводятся - подвергаются различным физико-механическим, физическим и технологическим воздействиям. От инженера-строителя требуется со знанием дела правильно выбрать материал, изделия или конструкцию которая обладает достаточной стойкостью, надёжностью и долговечностью для конкретных условий.

Строительные материалы и изделия, применяемые при строительстве, реконструкции и ремонте различных зданий и сооружений, делятся на природные и искусственные, которые в свою очередь подразделяются на две основные категории:

К первой категории относят: кирпич, бетон, цемент, лесоматериалы и др.

Их применяют при возведении различных элементов зданий (стен, перекрытий, покрытий, полов).

Ко второй категории — специального назначения, относят: гидроизоляционные, теплоизоляционные, акустические и др.

Основные виды строительных материалов и изделий:

- каменные природные строительные материалы и изделия из них
- вяжущие материалы неорганические и органические
- лесные материалы и изделия из них
- металлические изделия

В зависимости от назначения, условий строительства и эксплуатации зданий и сооружений подбираются соответствующие строительные материалы, которые обладают определёнными качествами и защитными свойствами от воздействия на них различной внешней среды. Учитывая эти особенности, любой строительный материал должен обладать определёнными строительно-техническими свойствами. Например, материал для наружных стен зданий должен обладать наименьшей теплопроводностью при достаточной прочности, чтобы защищать помещение от наружного холода; материал сооружения гидромелиоративного назначения — водонепроницаемостью и стойкостью к

попеременному увлажнению и высыханию; материал для покрытия дорог (асфальт, бетон) должен иметь достаточную прочность и малую истираемость, чтобы выдержать нагрузки от транспорта.

Классифицируя материалы и изделия, необходимо помнить, что они должны обладать хорошими свойствами¹ и качествами².

Свойства строительных материалов и изделий классифицируют на четыре основные группы:

- физические
- механические
- химические
- технологические и др.

К химическим относят способность материалов сопротивляться действию химически агрессивной среды, вызывающие в них обменные реакции приводящие к разрушению материалов, изменению своих первоначальных свойств: растворимость, коррозионная стойкость, стойкость против гниения, твердение.

Физические свойства: средняя, насыпная, истинная и относительная плотность; пористость, влажность, влажнотдача, теплопроводность.

Механические свойства: пределы прочности при сжатии, растяжении, изгибе, сдвиге, упругость, пластичность, жёсткость, твёрдость.

Технологические свойства: удобоукладываемость, теплоустойчивость, плавление, скорость затвердевания и высыхания.

Физические свойства строительных материалов:

1. Истинная плотность ρ — масса единицы объёма материала в абсолютно плотном состоянии.

$$\rho = m/V_a, \quad (\text{где } V_a \text{ объём в плотном состоянии.})$$

$$[\rho] = \text{г/см}^3; \text{кг/м}^3; \text{т/м}^3.$$

Например, гранит, стекло и другие силикаты практически абсолютно плотные материалы. Определение истинной плотности: предварительно

¹*Свойство* — характеристика материала, проявляющаяся в процессе его обработки, применения или эксплуатации.

²*Качество* — совокупность свойств материала, обуславливающих его способность удовлетворять определенным требованиям в соответствии с его назначением.

высушенную пробу измельчают в порошок, объём определяют в пикнометре (он равен объёму вытесненной жидкости).

2. Средняя плотность

$\rho_m = m/V_e$ — масса единицы объёма в естественном состоянии.

Средняя плотность зависит от температуры и влажности: $\rho_m = \rho_v / (1 + W)$, где W — относительная влажность, а ρ_v — плотность во влажном состоянии.

3. Насыпная плотность (для сыпучих материалов) — масса единицы объёма рыхло насыпанных зернистых или волокнистых материалов.

4. Пористость P — степень заполнения объёма материала порами.

$P = V_p / V_e$, (где V_p — объём пор, V_e — объём материала.)

Пористость бывает открытая и закрытая.

Гидрофизические свойства стройматериалов:

Открытая пористость P_o — поры сообщаются с окружающей средой и между собой, заполняются водой при обычных условиях насыщения (погружении в ванну с водой). Открытые поры увеличивают проницаемость и водопоглощение материала, снижают морозостойкость.

Закрытая пористость

$P_z = P - P_o$.

Увеличение закрытой пористости повышает долговечность материала, снижает звукопоглощение.

Теплофизические свойства стройматериалов:

1. Теплопроводность — свойство материала передавать тепло от одной поверхности к другой. Формула Пекрасова связывает теплопроводность λ [Вт/(м*С)] с объемной массой материала, выраженной по отношению к воде: $\lambda = 1,16 \sqrt{(0,0196 + 0,22\gamma^2)} - 0,16$. При повышении температуры теплопроводность большинства материалов возрастает. R — термическое сопротивление, $R = 1/\lambda$.

2. Теплоемкость c [ккал/(кг*С)] — то количество тепла, которое необходимо сообщить 1 кг материала, чтобы повысить его температуру на 1С. Для каменных материалов теплоемкость меняется от 0,75 до 0,92 кДж/(кг*С). С повышением влажности возрастает теплоемкость материалов.

3. Огнеупорность — свойство материала выдерживать длительное воздействие высокой температуры (от 1580 °С и выше), не размягчаясь и не деформируясь. Огнеупорные материалы применяют для внутренней футеровки

промышленных печей. Тугоплавкие материалы размягчаются при температуре выше 1350 °С.

4. **Огнестойкость** — свойство материала сопротивляться действию огня при пожаре в течение определённого времени. Она зависит от сгораемости материала, то есть от его способности воспламениться и гореть. Несгораемые материалы — бетон, кирпич, сталь и т. д. Но при температуре выше 600 °С некоторые несгораемые материалы растрескиваются (гранит) или сильно деформируются (металлы). Трудносгораемые материалы под воздействием огня или высокой температуры тлеют, но после прекращения действия огня их горение и тление прекращается (асфальтобетон, пропитанный антипиренами древесина, фибролит, некоторые пенопласты). Сгораемые материалы горят открытым пламенем, их необходимо защищать от возгорания конструктивными и другими мерами, обрабатывать антипиренами.

5. **Линейное температурное расширение.** При сезонном изменении температуры окружающей среды и материала на 50 °С относительная температурная деформация достигает 0,5-1 мм/м. Во избежание растрескивания сооружения большой протяжённости разрезают деформационными швами.

Морозостойкость строительных материалов

Морозостойкость — свойство насыщенного водой материала выдерживать попеременное замораживание и оттаивание. Количественно морозостойкость оценивается маркой. За марку принимается наибольшее число циклов попеременного замораживания до -20 °С и оттаивания при температуре 12-20 °С, которое выдерживают образцы материала без снижения прочности на сжатие более 15 %; после испытания образцы не должны иметь видимых повреждений — трещин, выкрашивания (потери массы не более 5 %).

Механические свойства строительных материалов:

Упругость — самопроизвольное восстановление первоначальной формы и размера после прекращения действия внешней силы.

Пластичность — свойство изменять форму и размеры под действием внешних сил не разрушаясь, причём после прекращения действия внешних сил тело не может самопроизвольно восстанавливать форму и размер.

Остаточная деформация — пластичная деформация.

Относительная деформация — отношение абсолютной деформации к начальному линейному размеру ($\epsilon = \Delta l / l$).

Модуль упругости — отношения напряжения к отн. деформации ($E = \sigma / \epsilon$).

Прочность — свойство материала сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, вызванных внешними силами или др. Прочность оценивают пределом прочности — временным сопротивлением R , определённом при данном виде деформации. Для хрупких (кирпич, бетон) основная прочностная характеристика — предел прочности при сжатии. Для металлов, стали — прочность при сжатии такая же, как и при растяжении и изгибе. Так как строительные материалы неоднородны, предел прочности определяют как средний результат серии образцов. На результаты испытаний влияют форма, размеры образцов, состояния опорных поверхностей, скорость нагружения. В зависимости от прочности материалы делятся на марки и классы. Марки записываются в кгс/см², а классы — в МПа. Класс характеризует гарантированную прочность. Класс по прочности B называется временным сопротивлением сжатию стандартных образцов (бетонных кубов с размером ребра 150 мм), испытанных в возрасте 28 суток хранения при температуре 20 ± 2 °С с учётом статической изменчивости прочности.

Коэффициент конструктивного качества: $KKK = R/\gamma$ (прочность на относит. плотность), для 3-й стали $KKK = 51$ МПа, для высокопрочной стали $KKK = 127$ МПа, тяжелого бетона $KKK = 12,6$ МПа, древесины $KKK = 200$ МПа.

Твёрдость — показатель, характеризующий свойство материалов сопротивляться проникновению в него другого, более плотного материала. Показатель твёрдости: $НВ = P/F$ (F — площадь отпечатка, P — это сила), $[НВ] = МПа$. Шкала Мооса: тальк, гипс, известь... алмаз.

Истирание — потеря первоначальной массы образца при прохождении этим образцом определённого пути абразивной поверхности. Истирание: $I = (m_1 - m_2)/F$, где F — площадь истираемой поверхности.

Износ — свойство материала сопротивляться одновременно воздействию истирающих и ударных нагрузок. Износ определяют в барабане со стальными шарами или без них.

Наиболее распространённые строительные материалы сегодня:

Пластиковые панели — панели ПВХ

Пластиковые панели — сравнительно новый материал и используется он во внутренней и реже наружной отделке стен.

Изготавливается из ПВХ (поливинилхлорида) методом экструзии. Основные типоразмеры: толщина пластиковых панелей 5, 8, 9, 10 мм. По толщине пластиковые панели по сути делятся на два основных размера — 5 и 8-9-10 мм. Размеры от 8 до 10 мм считаются как один размер, так как под них идут молдинги стандартного размера.

Стандартная длина пластиковых панелей: вагонка (10 см) — 3 м; широкая панель (от 20 до 37 см) — 2,7 и 3 м.

Ширина пластиковых панелей:

Вагонка. Ширина 10 см бывают двух видов — обычная, с широким замком (европейка), и более редкая, с узким замком (полька).

Ширина 12,5 см — малораспространённая, панель имеет двойной профиль.

Вагонка выпускается в основном белого цвета, гораздо меньше выпускают цветную вагонку, окрашенную в массе в однотонные цвета, такие, как жёлтый, синий, зелёный, коричневый и т. д. Совсем редко делают вагонку с расцветками с помощью термопереноса.

Панель. Главное отличие панели от вагонки — в отсутствии шва при соединении. При монтаже панелей (при условии качественной панели) шов между панелями не заметен ни зрительно, ни на ощупь. Ширина панели может быть от 15 см до 40-50 см. Фактически самая распространённая ширина пластиковых панелей составляет 25 см.

По цветам панель делится на несколько видов по способу нанесения цветового покрытия. Белая панель — на панель не наносилось никакое покрытие. Лакированная — на панель нанесён слой лака для придания блеска в основном белого цвета. Термоперенос — на панель нанесён рисунок с помощью термошлёпки. Способ, когда с плёнки с помощью горячего вала изображение и цвет переносятся на панель, — самый распространённый вариант окрашивания панели в силу дешевизны и простоты, а также широкого выбора расцветок. Печатный способ — рисунок на панели оставляет вал с изображением наподобие типографской печати. Используется для создания рисунков под мрамор.

Лист. Ширина обычно от 800 до 2030 мм, длина — от 1500 до 4050 мм, толщина от 1 до 30 мм, зависит от марки материала и фирмы-производителя. Наиболее распространены листы вспенённого ПВХ, при этом поверхность может быть гладкой и ударопрочной. Листы из свободно вспенённого ПВХ отличаются небольшим весом и лёгкостью обработки, благодаря чему из них часто делают вывески и указатели. Листовой ПВХ ещё называют ПВХ-плитами.

Полимерные трубы

Трубы из полимерных материалов широко применяют при строительстве напорных трубопроводов (подземных и надземных), оросительных систем, закрытого дренажа, трубчатых гидротехнических сооружений. В качестве материала для изготовления полимерных труб используют полиэтилен, винилхлор, полипропилен, фторопласт.

Полиэтиленовые трубы изготавливают методом непрерывной шнековой экструзии (непрерывное выдавливание полимера из насадки с заданным профилем). Полиэтиленовые трубы морозостойки, что позволяет эксплуатировать их при температурах от $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Полимерные мастики и бетоны

Гидротехнические сооружения работающие в условиях агрессивной среды, действия больших скоростей и твёрдого стока, защищают специальными покрытиями или облицовками. С целью предохранения сооружений от этих воздействий, увеличения их долговечности используют полимерные мастики, полимерные бетоны, полимербетоны, полимеррастворы.

Полимерные мастики — предназначены для создания защитных покрытий, предохраняющих конструкции и сооружения от воздействия механических нагрузок, истирания, перепадов температур, радиации, агрессивной среды.

Полимерные бетоны — цементные бетоны, в процессе приготовления которых в бетонную смесь добавляют кремнийорганические или водорастворимые полимеры. Такие бетоны имеют повышенную морозостойкость, водонепроницаемость.

Полимербетоны — это бетоны, в которых вяжущими материалами служат полимерные смолы, а заполнителем — неорганические минеральные материалы.

Полимеррастворы отличаются от полимербетонов тем, что не имеют в своём составе щебня. Их применяют в качестве гидроизоляционных, антикоррозионных и износостойчивых покрытий гидротехнических сооружений, полов, труб.

Теплоизоляционные материалы и изделия из них

Теплоизоляционные материалы характеризуются малой теплопроводностью и небольшой средней плотностью из-за их пористой структуры. Их классифицируют по характеру строения: жёсткие (плиты, кирпич), гибкие (жгуты, полужёсткие плиты), рыхлые (волокнистые и порошкообразные); в виду основного сырья: органические и неорганические.

Органические теплоизоляционные материалы

Опилки, стружки — применяют в сухом виде с пропиткой в конструкции известью, гипсом, цементом.

Войлок строительный изготавливают из грубой шерсти. Выпускают его в виде пропитанных антисептиком полотнищ длиной 1000—2000 мм, шириной 500—2000 мм и толщиной 10-12 мм.

Камышит выпускают в виде плит толщиной от 30-100 мм, получаемых путём проволочного скрепления через 12-15 см рядов прессованного камыша.

Целлюлозный утеплитель на 80 % состоит из обработанной целлюлозы (древесное волокно), на 12 % — из антипиренов (борная кислота), и на 8 % — из антисептика (бура). Все составляющие материала являются нетоксичными, целетучими, безвредными для человека природными компонентами.

Неорганические теплоизоляционные материалы

Термофол — это многослойные материалы нового поколения, в которых применен принцип теплоизоляции за счёт отражающего эффекта полированной отражающей поверхности, нанесенной с одной или двух сторон на слой вспененного полиэтилена. Отражающая теплоизоляция является эффективным, экологически чистым материалом, который мы рекомендуем применять каждый раз, когда возникает проблема сохранения тепла или холода, то есть уменьшения энергозатрат. Кроме того, Термофол обладает пароизолирующими и шумозащитными свойствами.

Минеральная вата — спутанное волокно (диаметром 5-12 мкм), получаемое из расплавленной массы горных пород или шлаков либо в процессе распыления её тонкой струи паром под давлением. Минеральную вату используют в качестве теплоизоляции поверхностей с температурой от $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+600\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Стекловолоконная вата — спутанное волокно, получаемое из расплавленного стекла. Её используют для приготовления теплоизоляционных изделий (матов, плит) и теплоизоляции поверхностей.

Пеностекло — пористый лёгкий материал, получаемый путём спекания смеси стекольного порошка с газообразователями (известняком, каменным углём). Изготавливают его с открытыми и закрытыми порами. Плиты из пеностекла применяют для теплоизоляции стен, покрытий, перекрытий, утепления полов.

Коэффициент теплопроводности современного пеностекла сопоставим с пенопластами: от $0,042\text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ при средней плотности от 100 до 200 кг/м^3 . Температура применения: -180 до $+480$ (нижний предел обусловлен конденсацией газовой фазы в ячейках пеностекла, верхний — началом размягчения стеклянной матрицы).

Наиболее качественным считается пеностекло с мелкими закрытыми порами одинакового размера.

Пеноизол — универсальный утеплитель, который относится к новому поколению карбонидных теплоизоляционных пенопластов, имеет высокие теплоудерживающие способности, низкую объёмную плотность, стойкость к действию микроорганизмов и грызунов.

1.2. Магнезиальные вяжущие:

Магнезиальными вяжущими называются каустический магнезит и каустический доломит, изготовленные умеренным обжигом природных магнезитов и доломитов. Главная особенность этих вяжущих заключается в том, что они затворяются не водой, а водными растворами некоторых солей.

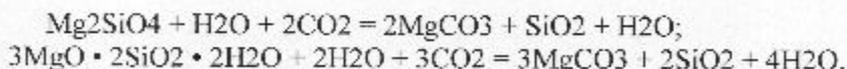
Сырьё. Сырьём для магнезиальных вяжущих выступают главным образом карбонаты. В природе встречаются карбонаты магния $MgCO_3$, двойные карбонаты кальция и магния $CaMg(CO_3)_2$.

Магнезит ($MgCO_3$), как и кальцит, кристаллизуется в виде ромбовидных кристаллов. Цвет магнезита – белый с жёлтым или сероватым оттенком. Иногда снежно-белый. Встречается и «аморфный» магнезит с характерным фарфоровидным раковистым изломом, кристаллическое строение которого обнаружили лишь рентгенографически. Твёрдость магнезита 4-4,5, плотность – 2,9-3,1 г/см³.

Основным отличием магнезита от кальцита является то, что он под действием соляной кислоты не вскипает на холоде, а растворяется лишь при нагревании. Также, в отличие от кальцита, магнезит значительно меньше распространён в природе. Залежи кристаллического магнезита образовались гидротермальным путём и встречаются в тех районах, где есть месторождения доломита или доломитизированных известняков.

Предполагают, что магнезит может выщелачиваться из доломитов горячими щелочными растворами: $CaMg(CO_3)_2 + Mg(HCO_3)_2 = 2MgCO_3 + Ca(HCO_3)_2$.

Скрытокристаллические разновидности магнезита возникли в результате выветривания ультраосновных пород. Магнезиальные силикаты, содержащиеся в этих породах, под влиянием воды и CO_2 полностью разрушаются:



При этом магний выделяется в виде гидрокарбоната, выветривающийся в нижних горизонтах коры и превращающийся в магнезит.

В кристаллическом магнезите всегда есть примеси доломита. А в скрытокристаллическом – примеси свободного (опал) или связанного (силикаты магния) кремнезёма, что объясняется происхождением этих минералов. Кроме того, в магнезите обычно имеются примеси сидерита $FeCO_3$, кальцита Al_2O_3 .

К месторождениям гидротермального происхождения относится Саткинское. К месторождениям, образованным при выветривании ультраосновных пород, – Халиловское (Южный Урал).

Мощность пластов магнезита в Саткинском месторождении достигает 40 м.

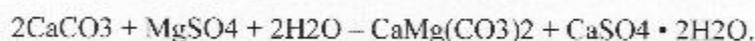
Халиловское месторождение находится на западе большого змеевикового массива и представляет собой жилы различной мощности, длина которых достигает 10 м, а ширина – 0,05-1,0 м. Халиловский магнезит содержит существенное количество примесей кремниевой кислоты, а также CaO.

Кроме того, небольшие месторождения кристаллического магнезита встречаются и в других районах Урала (Усть-Катав, Белорецкий завод), а также в Сибири.

Доломит распространён больше магнезита. Химическая формула доломита $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. В его кристаллической решётке ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} попеременно чередуются вдоль тройной оси. Цвет доломита – серовато-белый, иногда с желтоватым, буроватым или зеленоватым оттенком. Твёрдость 3,5-4,0, плотность 2,8-2,9 г/см³. По растворимости в HCl он занимает промежуточное положение между кальцитом и магнезитом.

Мнения о происхождении доломитов довольно противоречивы. Часть доломитовых месторождений, очевидно, представляет собой химические осадки. Очень часто доломит встречается в древних отложениях докембрийского и палеозойского периодов.

Доломит мог образоваться в результате химического взаимодействия CaCO_3 и MgSO_4 в морской воде по реакции:



В пользу этой гипотезы говорит то обстоятельство, что доломитовые породы зачастую сопровождаются залежами гипса и ангидрита. Также доломит образовывался и при доломитизации известняков. Месторождения доломита широко распространены вдоль западного и восточного склонов Уральского хребта, на Волге, в Донбассе и других районах СНГ.

Брусит $\text{Mg}(\text{OH})_2$ имеет слоистую структуру. Цвет белый, твёрдость 2,5, плотность 2,3-2,4 г/см³. Встречается в массивах Урала, Кавказа, Сибири; а его волокнистая разновидность обнаружена в Баженовском месторождении асбеста.

Магнезиальное сырьё служит для получения металлического магния, а также для нужд химической и нефтехимической промышленности и производства высококачественных огнеупоров. В связи с этим выпуск магнезиальных вяжущих материалов, несмотря на то, что они обладают набором ценных свойств, ограничен.

Сегодня проводится серьёзная научная работа по получению оксида магния из морской воды. А, в частности, из рапы озёр Присиванья, где уже действует экспериментальная установка по получению ценных веществ (бромидов, гидроксида магния и др.) из рапы. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ получают из рапы осаждением известковым молоком: $\text{MgCl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CaCl}_2$.

Основы обжига магнезита и доломита:

Диссоциация $MgCO_3$ начинается уже при $400^\circ C$. Однако его быстрое разложение происходит при температуре свыше $600^\circ C$. При этом выделяется 95-96% CO_2 . Остаток CO_2 выделяется лишь при $900-1000^\circ C$.

Реакция разложения магнезита идёт с выделением тепла $Q=121$ кДж. Она обратима: $MgCO_3 - MgO + CO_2$.

В зависимости от температуры обжига MgO получается в различном состоянии. При $650-800^\circ C$ – рыхлый порошок плотностью около $2,3$ г/см³. С повышением температуры наблюдается рост кристаллов, рекристаллизация и повышение плотности. При $1200^\circ C$ размер кристаллов MgO составляет $0,05-0,08$, а при $1400^\circ C$ – уже $1-4$ мкм. На скорость рекристаллизации существенно влияют примеси.

Также с повышением температуры резко снижается активность MgO и скорость гидратации. Например, если обожжённый при $800^\circ C$ MgO гидратируется на $75,4\%$, то при $1300^\circ C$ – лишь $14,62\%$. Высокая активность MgO , обожжённого при низких температурах, объясняется тем, что он обладает значительным количеством атомных дефектов.

Для получения активного и способного быстро гидратироваться MgO магнезит обжигают при температуре $\sim 700-750^\circ C$. С повышением температуры обжига его вяжущие свойства резко ухудшаются. Вплоть до того, что при $1400^\circ C$ получается так называемый намертво обожжённый магнезит, который используется для изготовления огнеупоров в металлургической промышленности. Плотность металлургического магнезита составляет $3,5-3,6$ г/см³. Твёрдость = $5,5$. Стоит отметить, что MgO получают не только из магнезита, но и из $Mg(OH)_2$. Гидратная вода удаляется при температуре $385-410^\circ C$. Но на практике обжиг $Mg(OH)_2$ рекомендуется при температуре $\sim 500^\circ C$. Оксид магния, выделенный из $Mg(OH)_2$, более активен, чем из $MgCO_3$.

При изучении процессов получения MgO установлено, что в первоначальный период он сохраняет структуру исходного вещества. Так, при разложении $Mg(OH)_2$ образуется MgO со слоистой структурой брусита, а при разложении $MgCO_3$ своеобразные псевдоморфозы, которые сохраняют внешние очертания магнезита.

Доломит разлагается в интервале температур $700-900^\circ C$. Причём на термограмме есть два эндотермических эффекта:

- первый – в интервале температур $720-760^\circ C$,
- второй – при $895-910^\circ C$.

Это означает, что процесс проходит в две стадии. Относительно характера протекающих на каждой из стадий процессов, существуют разные точки зрения. Наиболее вероятной является диссоциация, на первой стадии которой образуются

MgO и $CaCO_3$: $CaMg(CO_3)_2 = CaCO_3 + MgO + CO_2$, а на второй стадии $CaCO_3 = CaO + CO_2$.

Также есть предположения, что кроме MgO на первой стадии диссоциации образуется твёрдый раствор карбонатов $MgCO_3 \cdot n CaCO_3$ либо основной карбонат $CaCO_3 \cdot MgO$. Но рентгенографически ни твёрдый раствор, ни основной карбонат обнаружить не удалось.

Производство

Производство магнезиальных вяжущих заключается в предварительном измельчении сырья, обжиге и помоле.

Дробление производится до кусков различных размеров, что зависит от конструкции печей: для шахтных печей средний размер кусков обычно составляет 50-60 мм, а при обжиге во вращающихся – 10-15 мм.

Диссоциация магнезита и доломита является процессом эндотермическим. На разложение 1 кг магнезита расходуется 1440 кДж теплоты, а для полной диссоциации доломита немного больше.

Для обжига магнезита применяют либо шахтные печи с выносными тонками, либо вращающиеся печи. В шахтных печах поддерживается температура 700-800, а во вращающихся – 900-1000°C. Более высокая температура обжига во вращающихся печах объясняется тем, что длительность пребывания материала в них значительно меньше. Производительность шахтных печей обычно составляет 20-30 т/сут. при расходе топлива – 10-15% от массы готового продукта. Производительность вращающихся печей – 50-120 т/сут. при расходе топлива в 20-30%.

Если обжиг осуществлялся в шахтной печи, то перед помолом производится дробление в шаровых мельницах. Тонкость помола каустического магнезита должна быть такой, чтобы остаток на сите № 02 не превышал 5%, а на сите № 008 – 25%. Для предотвращения гидратации Магнезит упаковывается в металлические барабаны.

Каустический магнезит делится на 4 марки (по ГОСТу): ПМК-88, ПМК-87, ПМК-83, ПМК-75. Содержанием MgO у каждой из них соответственно не менее 88, 87, 83 и 75%. ПМК-88 применяется для специальных целей. ПМК-87 и ПМК-83 предназначается для химической, энергетической и стекольной промышленности. ПМК-75 можно использовать в качестве вяжущего.

Производства каустического доломита практически не отличается от производства каустического магнезита. Из доломита можно получить материалы различного состава и назначения в зависимости от температуры обжига: при температуре ~750°C – каустический доломит (состоит из MgO и $CaCO_3$), при 800-850°C – доломитовый цемент (MgO , CaO , и $CaCO_3$), при 900-1000°C –

доломитовую известь (MgO и CaO), а при $1400-1500^{\circ}C$ – металлургический доломит, который обжигается до спекания.

Для получения каустического доломита обжиг производится таким образом, чтобы продукт содержал возможно больше MgO и минимальное количество CaO . Плотность каустического доломита должна находиться в пределах $2,78-2,85$ г/см³. Более высокая плотность свидетельствует о высоком содержании свободной извести. В качестве магнезиального вяжущего можно также применять и кальцинированный магнезит, который является отходом производства металлургического магнезита и представляет собой пыль, осаждающуюся в пылесадительных устройствах вращающихся печей.

Затворители

Особенность магнезиальных вяжущих заключается в том, что для затворения используется не вода, а растворы солей.

$MgCl_2 \cdot 6H_2O$ выпускается в виде технического плавленого продукта. Сырьём для производства хлорида магния служит карналлит или рапа. Хлорид магния высоко гигроскопичен, почему изделия из каустического магнезита, затворенные хлоридом натрия, довольно гигроскопичны.

Сульфат магния $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (горькая соль) входит в состав рапы всех самосадочных озёр. Хотя прочность вяжущих, затворённых сульфатом магния, ниже прочности вяжущих, затворенных $MgCl_2$, гигроскопичность их гораздо меньше. Иногда применяют в смеси с $MgCl_2$ и железный купорос $FeSO_4$, что увеличивает водостойкость изделий и снижает их гигроскопичность.

Повышение концентрации затворителей замедляет схватывание и твердение. Что в итоге повышает конечную прочность. Однако применение растворов плотностью более $1,30$ г/см³ приводит к появлению трещин и образованию высолов.

Б.Г. Скрамтаев предложил затворить магнезиальные вяжущие 5-15%-ми растворами соляной или серной кислоты. При этом могут быть использованы кислотосодержащие отходы химической промышленности. А если учесть, что при производстве $MgCl_2$ и $MgSO_4$ расходуются кислоты, получается значительная экономия. Однако у этого способа есть и недостаток – необходимость принятия специальных мер по технике безопасности.

В процессе производства магнезита из рапы озёр вяжущие можно затворять самой рапой.

Гидратация и твердение

MgO по сравнению с CaO характеризуется большей инертностью при взаимодействии с водой. Это происходит потому, что плёнка образовавшегося $Mg(OH)_2$ препятствует проникновению воды вглубь зёрен. Теплота гидратации

MgO зависит от условий гидратации и составляет от 38 до 42 кДж/кг. Установлено, что $Mg(OH)_2$ может иметь две формы: стабильную и метастабильную. Метастабильная форма представляет собой гель, который с течением времени кристаллизуется.

При затворении MgO водой реакция начинается не мгновенно, а только спустя некоторое время. Через 3-4 ч., когда температура достигает максимума, вода, ещё не успевшая вступить в реакцию, закипает и гидратация прекращается, а само тесто растрескивается. Прочность получаемых изделий невелика. Именно поэтому магнезиальные вяжущие, затворенные водой, не получили распространения. Если же MgO затворить не водой, а растворами солей, то прочность на растяжение затвердевшего камня достигает 10 МПа и более. Наиболее распространены магнезиальные цементы, затворенные хлоридом магния. Твердение каустического магнезита в присутствии солей происходит следующим образом:

При гидратации в присутствии $MgCl_2$ на первом этапе образуется гидроксид хлорида магния состава $MgCl_2 \cdot 5Mg(OH)_2 \cdot 7H_2O$, который с течением времени распадается на $MgCl_2 \cdot 3Mg(OH)_2 \cdot 7H_2O$ и $Mg(OH)_2$ и $Mg(OH)_2$. В затвердевшем каустическом магнезите рентгенофазовым анализом установлено присутствие $MgCl_2 \cdot nMg(OH)_2 \cdot 7H_2O$ и $Mg(OH)_2 \cdot MgCl_2 \cdot 3Mg(OH)_2 \cdot 7H_2O$ кристаллизуется в виде волокон и придает материалу повышенную прочность на изгиб. При гидратации в присутствии $MgSO_4$ образуется $MgSO_4 \cdot 5Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$, который при температуре выше $50^\circ C$ переходит в $MgSO_4 \cdot 3Mg(OH)_2 \cdot 8H_2O$. $Mg(OH)_2$, как и $Ca(OH)_2$, может карбонизоваться с образованием тригидрата карбоната магния, улучшающего цементующие свойства.

При твердении каустического доломита также возникает оксихлорид магния. $CaCO_3$ создаёт центры кристаллизации, повышая плотность изделий. $Mg(OH)_2$ может вступать во взаимодействие с высокодисперсным SiO_2 уже при нормальной температуре. Наиболее быстро такая реакция осуществляется в автоклаве при $174^\circ C$ и в зависимости от соотношения $MgO : SiO_2$ и температуры образуются керолит, сепиолит или серпентин в виде гелей, а затем превращаются в волокнистые кристаллы, которые не только повышают прочность, но и действуют как армирующий материал.

На основе каустического магнезита можно также получить так называемый гелевый цемент. Твердение его основано на том, что адсорбированная вода, содержащаяся в геле $Mg(OH)_2$, удаляется введением MgO. При этом гель уплотняется и кристаллизуется. Вместо MgO для химического связывания адсорбированной воды можно вводить обожжённый доломит, прокалённые Al_2O_3 , CaO , CaO . Затвердевшие гелевые цементы состоят либо из гидроксида магния, либо из смеси гидроксида магния и гидроксидов алюминия, бария или кальция. Они обладают значительной прочностью.

Каустический магнезит и каустический доломит: свойства и применение

Каустический магнезит – быстро твердеющее вяжущее. Начало схватывания не ранее, чем через 20 минут, а конец – не позднее, чем через 6 ч. от начала затворения. Объёмная масса каустического магнезита в рыхло насыпном состоянии составляет 700-850 кг/м³.

Сроки схватывания каустического доломита растянуты. Начало схватывания наступает через 3-10 часов. Конец – через 8-20 часов. При испытании в тесте пластичной консистенции каустический магнезит, затворённый раствором MgCl₂ плотностью 1,2 г/см³, в возрасте 1 суток воздушного твердения имеет прочность на растяжение не менее 1,5 МПа, а через 28 суток – 3,5-4,5 МПа. Прочность на сжатие трамбованных образцов из раствора с песком (1:3) через 28 суток воздушного твердения составляет 40-60 МПа. При высоком качестве магнезита прочность может достигать 80-100 МПа.

В первые сроки твердения темп нарастания прочности высокий. Обычно в возрасте 1 суток прочность бетонов и растворов достигает 30-50, а в возрасте 7 суток – 60-90% максимально возможной. После 28 суток прирост прочности весьма незначителен либо вовсе отсутствует.

Магнезиальные вяжущие образуют высококачественные растворы со стружками, опилками и другими отходами деревообрабатывающей промышленности. Причём органические заполнители не гниют, что связано с относительно низким рН твердеющего магнезиального цемента и его высокой плотностью.

Образцы из смеси магнезита и древесных опилок (3:1) имеют прочность на сжатие 40-50 МПа, а на растяжение – 3,0-3,5 МПа. Твердение таких смесей сопровождается объёмными деформациями, причём в первый период (до 5 суток) они набухают (до 0,5-1 мм/м), а затем дают усадку. Набухание изделий резко возрастает при увеличении относительной влажности воздуха до 85-90%, что отрицательно сказывается на качестве изделий. Прочность каустического доломита значительно ниже. Образцы из трамбованного раствора состава 1:3 на этом вяжущем имеют предел прочности на сжатие 10-30 МПа.

И каустический магнезит, и каустический доломит являются воздушными вяжущими. В воде и во влажной атмосфере их прочность резко снижается.

Магнезиальный цемент применяют чаще всего с органическими заполнителями. Такие изделия отличаются повышенной ударной вязкостью, хорошо обрабатываются, жаропрочны, обладают звукоизоляционными свойствами. Изделия из магнезиальных вяжущих, заполнителем в которых являются древесные опилки, получили название ксилолитовых (ксилолит (греч.) – дерево-камень). Из ксилолита делают плитки, ступени, плиты для подоконников и т.п. Устраивают из него тёплые бесшовные полы, долго не истирающиеся и весьма гигиеничные. В состав массы для ксилолитовых полов наряду с MgO,

MgCl₂ и опилками иногда вводят мелкий асбест, тальк, повышающие плотность и мраморную крошку, увеличивающую стойкость к истиранию.

Применяется каустический магнезит также для изготовления фибролита, т.е. материала, в котором в качестве заполнителя используется длиноволокнистая древесная масса. Фибролит выпускается в виде плит или пластин. Объемная масса фибролитовых плит, имеющих прочность на изгиб 0,5-3 МПа, равна 400-600 кг/м³. На основе магнезиальных вяжущих производят также теплоизоляционные пено- и газоматериалы. Магнезиальные вяжущие можно применять для штукатурных работ, используя в качестве заполнителя песок.

1.3. Газобетон:

Газобетон — это один из видов ячеистых бетонов (наряду с пенобетоном и газопенобетоном), представляющий собой искусственный камень с равномерно распределёнными по всему объёму сферическими порами диаметром 1-3 мм. Качество газобетона определяет равномерность распределения, равенство объёма и закрытость пор.

Основными компонентами этого материала являются цемент, кварцевый песок и алюминиевая пудра, также возможно добавление гипса и извести. Сюда могут входить и промышленные отходы, такие как, например, зола и шлаки. Сырьё смешивается с водой заливается в форму и происходит реакция воды и алюминиевой пудры, приводящая к выделению водорода, который и образует поры, смесь поднимается как тесто. После первичного затвердевания разрезается на блоки, плиты и панели. После этого изделия подвергаются закалке паром в автоклаве, где они приобретают необходимую жёсткость, либо высушиваются в условиях электроподогрева. В зависимости от условий твердения газобетон подразделяется на автоклавный газобетон и неавтоклавный газобетон.

В то же время, газобетон хорошо подлжит обработке простейшими инструментами: пилится, сверлится, строгаётся. В него легко забиваются гвозди, скобы. Со временем газобетон становится твёрже и твёрже. Не горит, так как состоит только из минеральных компонентов. Относительно экологически безопасен, по естественной радиоактивности безопаснее железобетона и тяжёлого бетона, так как плотность материала меньше.

Газобетон был впервые изготовлен в 1924 году в Швеции. Автор изобретения – архитектор Аксель Эрикссон из городка Икхульт (Yxhults). Пять лет спустя, в 1929 году, Карл Август Карлен впервые начал производить ячеистый бетон промышленным способом. В 1940 году новый строительный материал получил название YTONG (Итонг) — Y(XHULTS ÅNGEHÄRDADE GASBE)TONG – что значит «прочный автоклавный ячеистый бетон из Икхультга».

Газобетон популярен во всем мире. В настоящее время работают более 240 заводов в 50 странах, которые ежегодно производят порядка 60 млн. м³ строительных изделий из газобетона.

Физико-механические свойства

- Лучшая, по сравнению с обычным пенобетоном, теплоизоляция и прочность.
- На производство газобетонного изделия требуется меньше цемента.
- Газобетон по простоте обработки сравним с деревом: он легко пилится, сверлится, гвоздится.

Недостатки - Неавтоклавный газобетон имеет сквозные поры, и из-за этого является плохой гидроизоляцией.

Классификация газобетонов:

По назначению:

- конструкционные.
- конструкционно-теплоизоляционные.
- теплоизоляционные.

По условиям твердения:

- автоклавные (синтезного твердения) — твердеющие в среде насыщенного пара при давлении выше атмосферного;
- неавтоклавные (гидратационного твердения) — твердеющие в естественных условиях, при электропрогреве или в среде насыщенного пара при атмосферном давлении.

По виду вяжущих и кремнеземистых компонентов подразделяют:

- **по виду основного вяжущего:**
 - на известковых вяжущих, состоящих из известки-кипелки более 50 % по массе, шлака и гипса или добавки цемента до 15 % по массе;
 - на цементных вяжущих, в которых содержание портландцемента 50 % и более по массе;
 - на смешанных вяжущих, состоящих из портландцемента от 15 до 50 % по массе, известки или шлака, или шлако-известковой смеси;
 - на шлаковых вяжущих, состоящих из шлака более 50 % по массе в сочетании с известью, гипсом или щелочью;
 - на зольных вяжущих, в которых содержание высокоосновных зол 50 % и более по массе;
- **по виду кремнеземистого компонента:**
 - на природных материалах — тонкомолотом кварцевом и других песках;
 - на вторичных продуктах промышленности — золе-унос ТЭС, золе гидроудаления, вторичных продуктах обогащения различных руд, отходах ферросплавов и других.

ГОСТы и СНиПы:

- ГОСТ 25485-89 "Бетоны ячеистые"
- ГОСТ 21520-89 "Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие"
- СП 277-80 "Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона"

Глава 2. Задачи исследования:

- 1) Провести анализ литературных данных по известным и используемым в настоящее время строительным материалам. Изучить способы получения и физические и химические свойства строительных материалов.
- 2) Освоить методики получения строительных материалов в лабораторных условиях.
- 2) Получить экспериментально соединения алюминия, кальция и магния, используемые в строительстве, магнезиальное вяжущее и газобетон, а также изучить их свойства.

Глава 3. Методика проведения эксперимента:

Кальций и Магний

Опыт 1. Получение магниального вяжущего

В фарфоровую чашечку налить 1,5 мл 30%-го раствора $MgCl_2$. Добавить 3 г свежeproкаленной окиси магния. Массу быстро перемешать деревянной палочкой и оставить стоять на 40 мин. Затвердевшую массу извлечь из чашечки. Оценить качество поверхности и твердость полученного материала. Написать уравнения реакции.

Опыт 2. Свойства окиси магния

Положить немного (бумажной лопаточкой) окиси магния в пробирку и прилить 2-3- мл воды. Встряхнуть содержимое пробирки. Отфильтровать окись магния и использовать фильтрат универсальной индикаторной бумагой. Взаимодействует ли окись магния с водой. Ответ мотивируйте.

Опыт 3. Получение гидрокиси магния

Налить в пробирку 2-3 мл раствора соли магния и прилить такой же объем раствора $NaOH$. Что наблюдается? Составить уравнение реакции.

Опыт 4. Получение окиси и гидрокиси кальция

Взять щипцами небольшой кусочек мрамора и сильно прокалить его в пламени спиртовки. После охлаждения положить прокаленный кусочек в фарфоровую чашечку. Облить небольшим количеством воды (несколько капель) и добавьте кашлю раствора фенолфталеина. Что наблюдается? Написать уравнения реакций.

Опыт 5. Образование гидрокарбоната кальция

В коническую колбочку с кусочком мрамора (генератор CO_2) налить немного соляной кислоты. Колбочку закрыть пробкой с отводящей трубкой. Кончик отводящей трубки опустить в пробирку, заполненную на одну четверть известковой водой (насыщенный раствор $Ca(OH)_2$). Выпадающий вначале осадок растворяется при дальнейшем пропускании газа. Написать уравнение образования осадка и растворения его.

Алюминий и его соединения

Опыт 1. Адсорбционные свойства гидроксида алюминия

К 3 мл раствора сульфата алюминия приливать по каплям раствор NaOH, все время встряхивая пробирку, до образования осадка $Al(OH)_3$. Отфильтровать осадок и промыть его на фильтре водой. Поставить под воронку чистую пробирку и пропустить через фильтр с осадком гидроксида алюминия раствор чернил (или фуксина), сливая его по палочке. Написать уравнение реакции образования гидроксида алюминия. Объяснить причину обесцвечивания раствора.

Опыт 2. Коагуляция коллоидного раствора с помощью сульфата алюминия

Нагреть в стакане до кипения около 30 мл дистиллированной воды (на сетке с асбестовым кружком) и в кипящую воду прилить 3-5 мл 20%-го раствора хлорного железа. Осторожно помешивая стеклянной палочкой, прокипятить содержимое стакана в течение 2-3 минуты. Написать уравнение реакции получения коллоидного раствора (золя) основного хлорида железа. Отлить в пробирку 2-3 мл полученного золя и добавить 2 мл раствора сульфата алюминия. Наблюдать образование бурого осадка. Объяснить причину осветления раствора.

Опыт 3. Получение газобетона

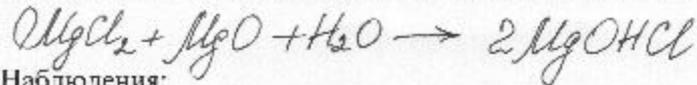
В фарфоровую чашечку насыпать небольшое количество порландцемента, извести и алюминиевой пудры. Тщательно перемешать порошки. При наличии готовой смеси насыпать в чашечку 4-5 см³. Добавить небольшое количество воды и перемешать содержимое пробирки стеклянной палочкой до образования кашицы. Наблюдать выделение пузырьков газа и вспучивание раствора. Написать уравнение реакции взаимодействия алюминиевой пудры с гидратом окиси кальция. Оставить кашицу в чашечке до конца работы. Наблюдать затвердевание раствора и образование газобетона. Разломать затвердевшую массу и оценить качество газобетона.

Глава 4. Экспериментальная часть:

Кальций и Магний

Опыт 1. Получение магнезильного вяжущего

В фарфоровую чашечку налила раствора $MgCl_2$. Затем добавила свежeproкаленную окись Mg . Готовую массу быстро перемешала палочкой и оставила стоять на час. Затвердевшую массу извлекла из чашечки.

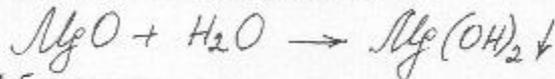


Наблюдения:

Получилась твердая, слегка воздушная белая масса. Начало схватывания массы наступает через 3-10 часов. Конец – через 8-20 часов. У меня была возможность оставить массу на 50-60 минут – поэтому я не получила затвердевший материал, а получила лишь упругую, слегка затвердевшую массу.

Опыт 2. Свойства окиси магния

Бумажной лопаточкой положила немного окиси магния в пробирку и прилила воду. Тщательно встряхнула содержимое пробирки. С помощью бумажного фильтра отфильтровала окись магния. Затем в использованный фильтр макнула универсальную индикаторную бумагу.



Наблюдения:

Оксид магния в воде растворяется только при высокой температуре, но так как в моем опыте среда была щелочная – оксид магния частично растворился. Индикаторная бумага приобрела синий цвет (сравнив с индикаторной шкалой я увидела, что индикаторная бумажка ближе к номерам 11-12).

Опыт 3. Получение гидроокиси магния

Взяла чистую пробирку и налила в нее раствор соли магния. Затем прилила такой же объем раствора $NaOH$.

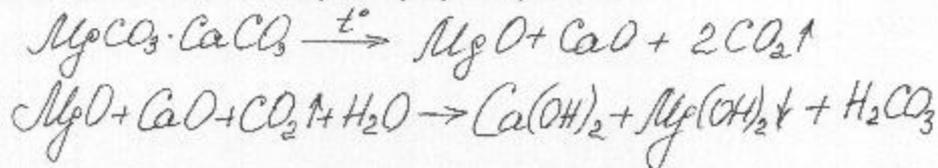


Наблюдения:

После добавления в пробирку раствора $NaOH$ выпал осадок белого цвета.

Опыт 4. Получение окиси и гидроокиси кальция

Аккуратно щипцами взяла небольшой кусочек мрамора и сильно проколола его в пламени спиртовки. Затем положила на стеклянную плиточку для охлаждения. После охлаждения прокаленный кусочек мрамора положила в фарфоровую чашечку. Облила небольшим количеством воды (несколько капель) и добавила несколько капель раствора фенолфталеина.

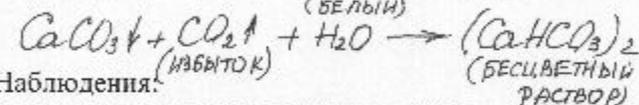
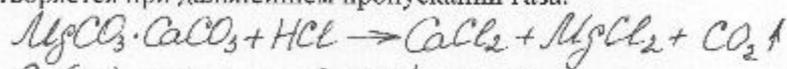


Наблюдения:

После добавления раствора фенолфталеина в фарфоровую чашечку с кусочком мрамора и нескольких капель воды – раствор окрасился в малиновый цвет, так как среда щелочная.

Опыт 5. Образование гидрокарбоната кальция

В коническую колбочку, в которой находился небольшой кусочек мрамора (генератор CO₂). В эту колбочку я налила немного соляной кислоты. Колбочку закрыла пробкой с отводящей трубкой. Затем кончик отводящей трубки опустила в пробирку, заполненную на одну четверть известковой водой (насыщенный раствор Ca(OH)₂). Заметила, что выпадающий вначале осадок растворяется при дальнейшем пропускании газа.

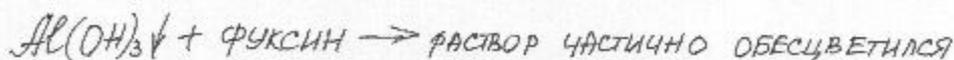
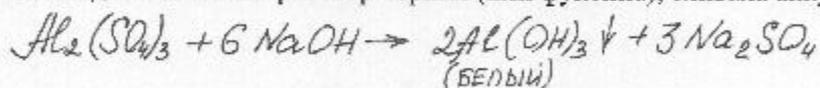


Наблюдения: (БЕЛЫЙ) (БЕЛЫЙ) (БЕСЦВЕТНЫЙ РАСТВОР)
Выделился газ в виде пузырьков. Наблюдается появление осадка белого цвета.

Алюминий и его соединения

Опыт 1. Адсорбционные свойства гидроксида алюминия

В чистую пробирку налила раствор сульфата алюминия, затем прилила к раствору по каплям раствор NaOH, пробирку тщательно встряхивала, до образования осадка Al(OH)₃. Взяла бумажный фильтр, чтобы отфильтровать осадок, а потом осадок промыла на фильтре водой. Поставила под воронку чистую пробирку и пропустила через фильтр с осадком гидроксида алюминия заранее подготовленный раствор чернил (или фуксина), сливала аккуратно.

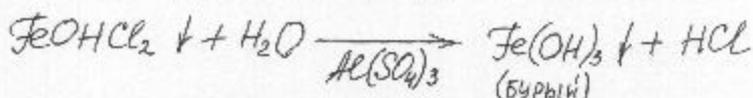
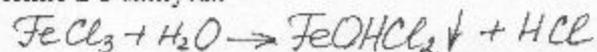


Наблюдения:

Осадок частично окрасился в малиновый цвет. Раствор чернил из фиолетового стал малиновым. Раствор обесцветился не до конца, так как было мало осадка.

Опыт 2. Коагуляция коллоидного раствора с помощью сульфата алюминия

Нагрела в стакане до кипения около дистиллированную воду и в кипящую воду прилила заранее подготовленный раствора хлорного железа. Осторожно содержимое стаканчика помешивала стеклянной палочкой, затем кипятила в течение 2-3 минуты.



Наблюдения:

После добавления в кипящую воду 20%-го раствора хлорного железа получился раствор золя - бурого цвета. Предпосылкой коагуляции является изменение стабильности коллоидного раствора под влиянием добавления различных веществ, поэтому после добавления сульфата алюминия раствор осветлился.

Опыт 3. Получение газобетона

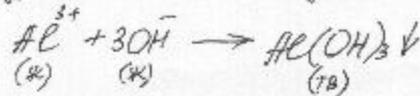
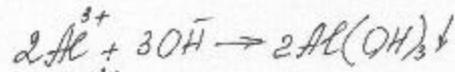
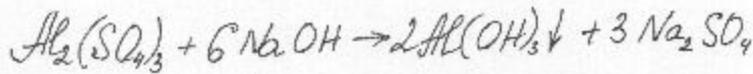
В фарфоровую чашечку насыпала небольшое количество поргладцемента, извести и алюминиевой пудры. Тщательно перемешала порошки. Перемешанные порошки высыпала в пробирку. Затем добавила небольшое количество воды и перемешала содержимое пробирки стеклянной палочкой до образования кашицы. Через определенное время я наблюдала выделение пузырьков газа и вспучивание раствора. Оставила кашицу в чашечке на продолжительное время. В последствии наблюдала затвердевание раствора и образование газобетона.



Наблюдения:

Смешав порошки и добавив воды, я начала аккуратно помешивать содержимое пробирки, мгновенно пробирка начала нагреваться и в итоге стала очень горячей. По истечению какого-то времени стал выделяться газ и на стенках пробирки начали образовываться пузырьки и произошло вспучивание раствора.

Термодинамический расчет:



Справочные данные:

	Al^{3+}	OH^-	$\text{Al}(\text{OH})_3$
$\Delta H \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	-524,7	-220,94	-1294,0
$\Delta S \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	-313,4	-10,54	70,1

1) Расчет ΔH° химической реакции образования $\text{Al}(\text{OH})_3$:

$$\Delta H_{\text{р-ии}} = \sum_{\text{конечного продукта}} \Delta H_{t,298}^\circ - \sum_{\text{исходных веществ}} \Delta H_{t,298}^\circ =$$

$$= \Delta H_{t,298}^\circ (\text{Al}(\text{OH})_3) - (\Delta H_{t,298}^\circ (\text{Al}^{3+}) + 3 \cdot \Delta H_{t,298}^\circ (\text{OH}^-)) =$$

$$= -1294 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - (-524,7 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - 220,94 \cdot 3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}) = -106,48 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$\Delta H < 0$ значит $Q > 0$ идет экзотермически, реакция с выделением теплоты.

2) Расчет ΔS химической реакции образования $\text{Al}(\text{OH})_3$:

$$\Delta S_{\text{хим.р-ии}} = \sum_{\text{конечного продукта}} S_{t,298}^\circ - \sum_{\text{исходных веществ}} S_{t,298}^\circ =$$

$$= S_{t,298}^\circ (\text{Al}(\text{OH})_3) - (S_{t,298}^\circ (\text{Al}^{3+}) + 3 \cdot S_{t,298}^\circ (\text{OH}^-)) =$$

$$= 70,1 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - (-313,4 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} - 10,54 \cdot 3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}) = 351,88 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

ΔS химической реакции > 0 , значит в результате реакции беспорядок в системе увеличился.

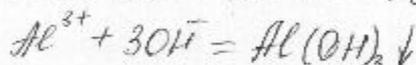
3) РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГИИ ГИББСА ДЛЯ РЕАКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ $Al(OH)_3$

$$\Delta G_{298}^{\circ} = \Delta H_{хим.р-ии}^{\circ} - T \Delta S_{хим.р-ии}^{\circ} =$$

$$= -106,48 \frac{кДж}{моль} - 298 \cdot 0,35188 \frac{кДж}{моль \cdot K} = -211,34024 \frac{кДж}{моль}$$

РЕАКЦИЯ ВОЗМОЖНА В ПРЯМОМ НАПРАВЛЕНИИ, ТАК КАК $\Delta G < 0$

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗНАКА ΔG ДЛЯ РЕАКЦИИ:



1) При низких температурах $T \rightarrow 0^{\circ}K$, то $\Delta G \approx \Delta H^{\circ}$ химической реакции; знак ΔG определяет энтальпийный фактор $\Delta H < 0$, т.к. произошел фазовый переход (кристаллизация) из жидкого вещества в твердое, значит $\Delta G < 0$, отсюда данная реакция термодинамически возможна при низких температурах.

2) При высоких температурах $T \rightarrow \infty$, то $|T \Delta S| \rightarrow \infty$ и $\Delta G \approx -T \Delta S$, знак ΔG определяется энтропийным фактором. $\Delta S < 0$, так как из жидкого вещества получится твердое. В данном случае качественная оценка не совпадает с количественным расчетом, то при расчетах $\Delta S > 0$. Значит ΔG будет < 0 и данная реакция возможна при высоких температурах.

Вывод: данная реакция идет при любых температурах.

Реакция не возможна при температуре:

$$T_{р-ии} = \frac{\Delta H^{\circ}_{хим.р-ии}}{\Delta S^{\circ}_{хим.р-ии}} = \frac{-106,48 \frac{кДж}{моль}}{0,35188 \frac{кДж}{моль \cdot K}} = -302,6^{\circ}K$$

$$(-575,6^{\circ}C)$$

Следовательно реакция не возможна при $T < -302K$
(на практике это невозможно)



Заключение:

Сделан литературный обзор по строительным материалам, проведен анализ по всем видам строительных материалов, которые используются в народном хозяйстве. В настоящее время, в момент бурного развития строительства используются самые разные строительные материалы. Были рассмотрены те виды строительных материалов, которые используются в народном хозяйстве, но наибольший упор был сделан на изучении таких строительных материалов, как магнезиальное вяжущее и газобетон, а так же их составляющие. В лабораторных условиях были получены и изучены свойства магнезиального вяжущего, газобетона и их составляющих. Проведен термодинамический расчет, дана качественная оценка возможности протекания реакций.

Часть строительных материалов, которые сейчас используются в эксплуатации зачастую являются экологически небезопасными, поскольку при их хранении и длительном использовании выделяются различные вредные вещества. Есть и такие строительные материалы, которые требуют достаточно сложные технические средства в получении, поэтому в данной работе рассматривалось получение и изучение тех строительных материалов, которые являются в первую очередь экологически безопасными, пожаробезопасными, для получения которых достаточно количества в природе природного сырья и которые в настоящее время находят широкое распространение в строительстве.

Список используемой литературы:

- 1) Горчаков Г.И., Домокеев А.Г., Ерофеев Е.А. и др. Под ред. Горчакова Г.И. Строительные материалы. М.: высшая школа. 1982г. – 352стр.
- 2) Под ред. Айрапетова Г.А., Несветаева Г.В. Строительные материалы. Учебно-справочное пособие. Феникс, Ростов-на-Дону: 2004 г. – стр. 608.
- 3) Горчаков Г.И. Баженов Ю.М. Строительные материалы: Учебник для вузов.-М.: Стройиздат, 1986 г.
- 4) Строительные материалы. Учебник для вузов/ под общ. ред. В.Г. Микульского.--М.: издательство АСВ, 1996 г.
- 5) Справочные данные по свойствам простых веществ и соединений. Методическое пособие по общей химии, Пермь, 2004г.
- 6) Методические указания к лабораторным работам по общей химии (2 семестр), Пермь, 1988. стр. 19-21.
- 7) Выродов И.П., Бергман А.Г. К вопросу о твердении магнезиальных цементов. 1959 г., стр.716-723.
- 8) Соловьева Е.С.,Смирнов Б.И., Сегалова Е.Е., Ребиндер П.А. Физико-химические особенности твердения магнезиального цемента.1968 г. – стр. 754-759.
- 9) Вайвад А.Я. Магнезиальные вяжущие вещества.– Рига: Наука, 1971 г. – стр.315.
- 10) Хоменко В.Г. Справочник по теплозащите зданий. Киев. Будивельник, 1996г.
- 11) [http:// www.penobeton.com. ru](http://www.penobeton.com.ru)
- 12) <http://www.portalnano.ru/news/read/352>
- 13) <http://www.uralstroyportal.ru/articles/article933.html>
- 14) <http://www.stroyka.ru/Materials/detail.php?ID=181598>