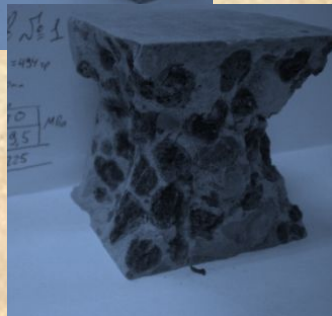


Казанский государственный архитектурно-строительный университет
Кафедра технологии строительных материалов изделий и
конструкций

Высокопрочное гипсоцементнопуццолановое вяжущее (ГЦПВ)



доц. , к.т.н. Морозова Н.Н.

Научный руководитель : проф., д.т.н. Хозин В.Г.

НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТАТАРСТАНСКОГО ГИПСА !!!

Применение гипсового вяжущего



Сухие строительные смеси

Гипсовое вяжущее

Отделочные, декоративные и акустические материалы и изделия

Стеновые и перегородочные изделия



Пути повышения прочности и водостойкости изделий и материалов из гипсового вяжущего

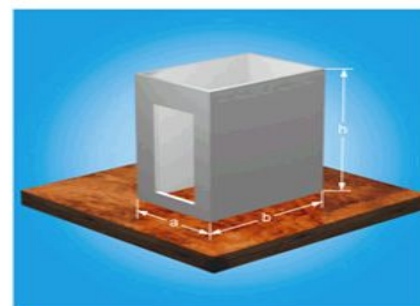
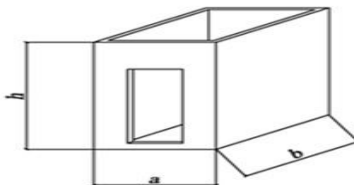
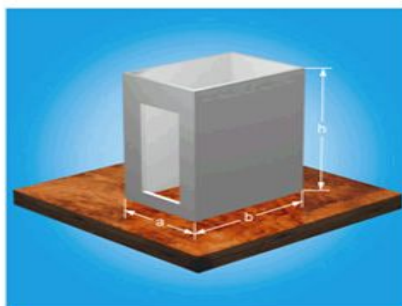
Уменьшение растворимости сульфата кальция в воде

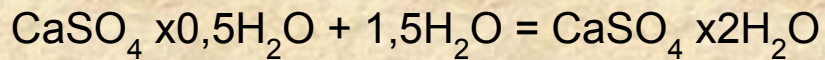
Применение эффективных способов уплотнения

Применение минеральных добавок

Применение дисперсного армирования

Применение нано-модификаторов





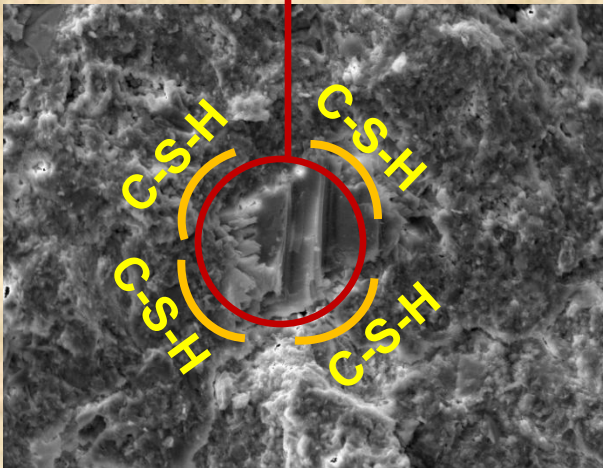
Растворимость гипса составляет 2,05 г/л (при 20 °С)

Уменьшение растворимости сульфата кальция в воде

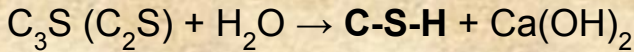
Применение наружной защитной обмазки и пропитки изделий, препятствующих проникновению влаги

«Экранирование» сульфата кальция продуктами гидратации портландцемента и последних с активными минеральными добавками

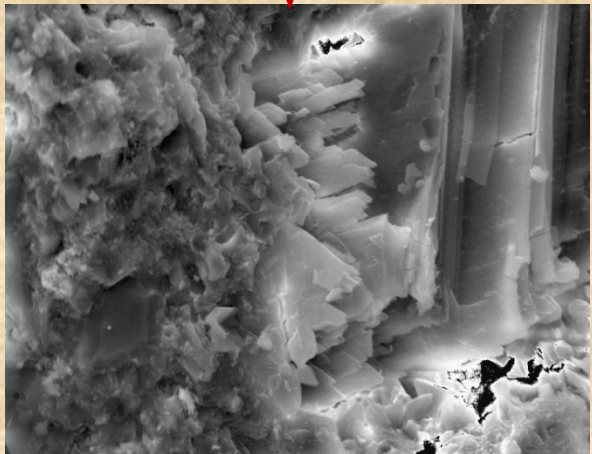
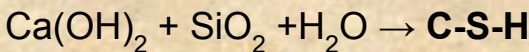
CaSO₄ · 2H₂O (гипсовый камень)



SE 30kV x290 200µm



Продукты гидратации
(прочность, водостойкость)



SE 30kV x786 50µm

Способы уплотнения гипсовых смесей

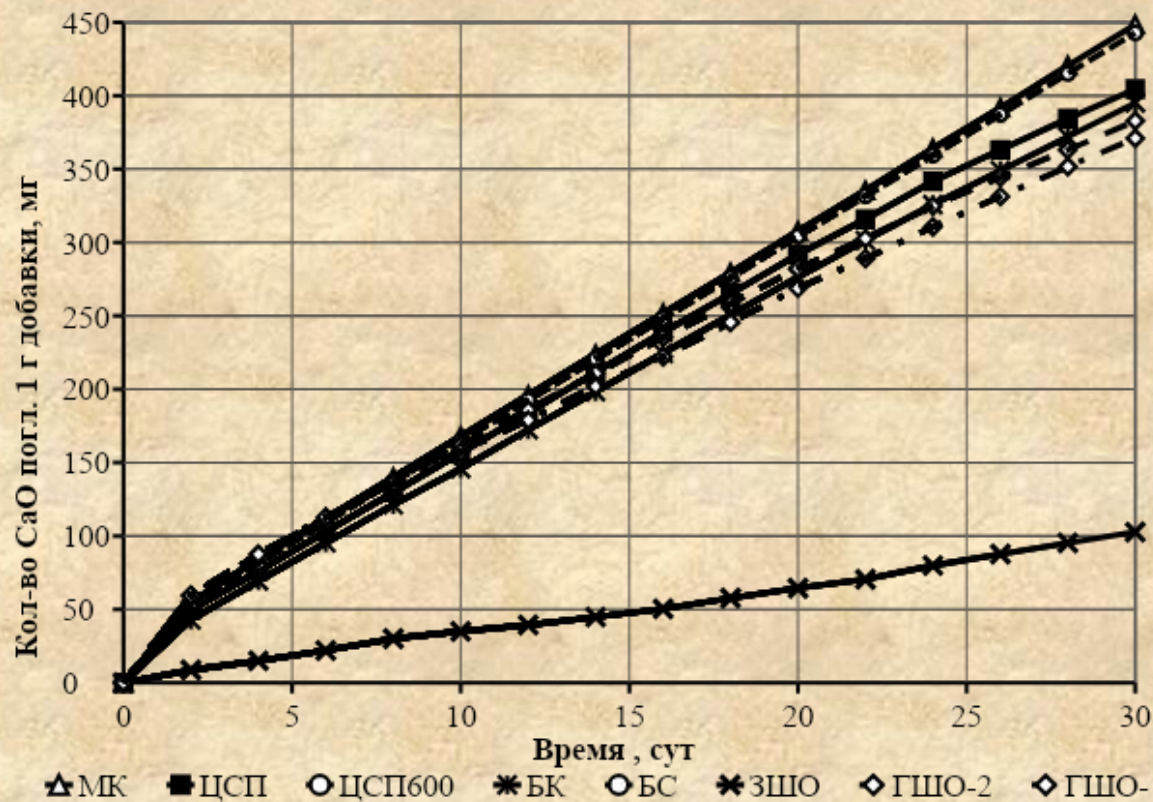
Путем механического воздействия (виброванием, прессованием, тромбованием и др.)

Применение эффективных гипер-, супер- и пластификаторов

Условие: Высокий водоредуцирующий эффект для каждого компонента вяжущего / оптимальная цена

Итог: увеличение числа контактов твердых частиц продуктов гидратации вяжущего при минимальном технологически необходимом количестве воды

Применение минеральных добавок



| Вид АМД | Активность по поглощению СаО за 30 суток, мг/л |
|---------|--|
| МК | 448,49 |
| БС | 442,75 |
| ЦСП | 404,38 |
| БК | 395,16 |
| ГШО-к | 382,83 |
| ГШО-нч | 371,01 |
| ЗШО | 102,69 |

Активность минеральных добавок по отношению к СаО



Снижение пористости камня
из ГЦПВ

Связывание портландита в
гидросиликаты кальция

**Минеральные
добавки**

Доступность сырья

Необходимая мера по
обеспечению долговечности
изделий из ГЦПВ

Комплексное использование мер по повышению прочности

и водостойкости изделий и материалов из гипсового Состав и свойства высокопрочного гипсоцементнопуццоланового вяжущего

| № пп | ГВ, % | ЦВ, % | Вид и количество АМД, % | | В/Т | Расплав по Суттарду, мм | Предел прочности в 7 сут возрасте, МПа | Коеф. размягчения |
|---------|----------|----------|-------------------------------|------|-------|----------------------------------|---|----------------------|
| | | | МК | ЦСП | | | | |
| 1 | 55 | 34 | - | 11 | 0,24 | 220 | 51,6 | 0,86 |
| 2 | 62 | 25 | - | 13 | 0,25 | 180 | 45,4 | 0,78 |
| 3 | 55 | 25 | - | 20 | 0,29 | 200 | 42,5 | 0,75 |
| 4 | 55 | 25 | 20 | - | 0,244 | 190 | 53,3 | 0,95 |
| 5 | | 34 | 11 | - | 0,215 | 190 | 54,8 | 0,97 |
| 6 | 55 | 34 | 8,25 | 2,75 | 0,23 | 220 | 55,4 | 0,98 |
| 7 | | | 5,5 | 5,5 | 0,23 | 210 | 58,3 | 0,985 |
| 8 | | | 2,75 | 8,25 | 0,235 | 210 | 60,8 | 0,988 |

Сравнительные характеристики минеральных вяжущих

| № пп | Вяжущее | Прочность на сжатие, МПа, через 28 сут при нормальных условиях твердения | Коэффициент размягчения | Морозостойкость, циклы | Стойкость к водонасыщению и высушиванию, циклы | Водопоглощение, % | Собственные деформации, % «-»усадка, «+»расширение | Сроки схватывания, мин. | |
|----------|---------------------------------|---|-------------------------|------------------------|--|---------------------|---|-------------------------|-----------|
| | | | | | | | | нач. | кон. |
| 1 | ПЦ500Д0 | ≥ 90 | ≥ 1 | ≥ 150 | - | ≤ 2 | -0,6 | 45 | ≥ 90 |
| 2 | Высокопро- чное ГЦПВ | 60 | 0,98 | 150 | 40 | 2,5- 2,8 | -0,08; +0,05 | 18 | 22 |
| 3 | ВКГВ | 35 | 0,8- 0,86 | 75 | 30 | 13 | -0,1; +0,25 | 10 | 12 |
| 4 | ГЦПВ | 17 | 0,65 | 25 | - | 24 | - | 12 | 15 |
| 5 | Гипс Г-6 | 6 (ч/з 2часа) | 0,35- 0,45 | - | - | 32 | - | 5 | 7 |

Применение высокопрочного ГЦПВ предполагает следующие преимущества:

По сравнению с гипсовыми вяжущими:

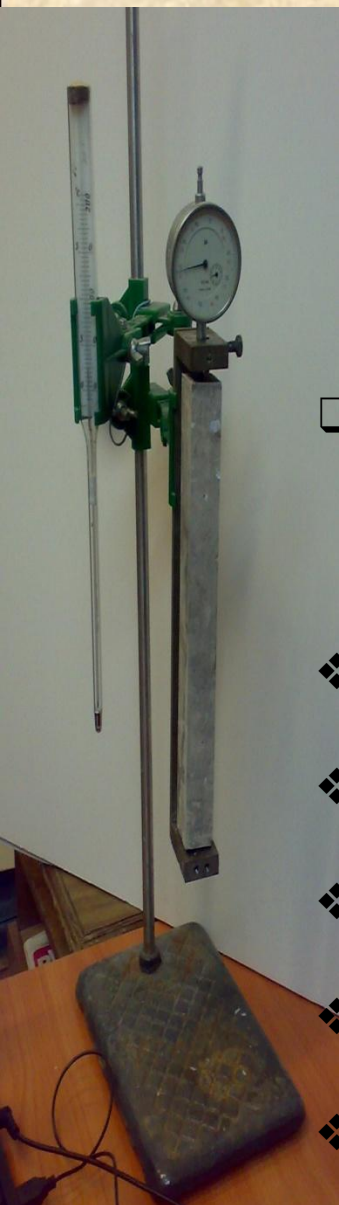
- повышенные водостойкость ($K_p > 0,9$), прочность ($R_{сж} > 60 \text{ МПа}$) и долговечность ($F > 150$).

В сравнении с бетонными изделиями на цементе:

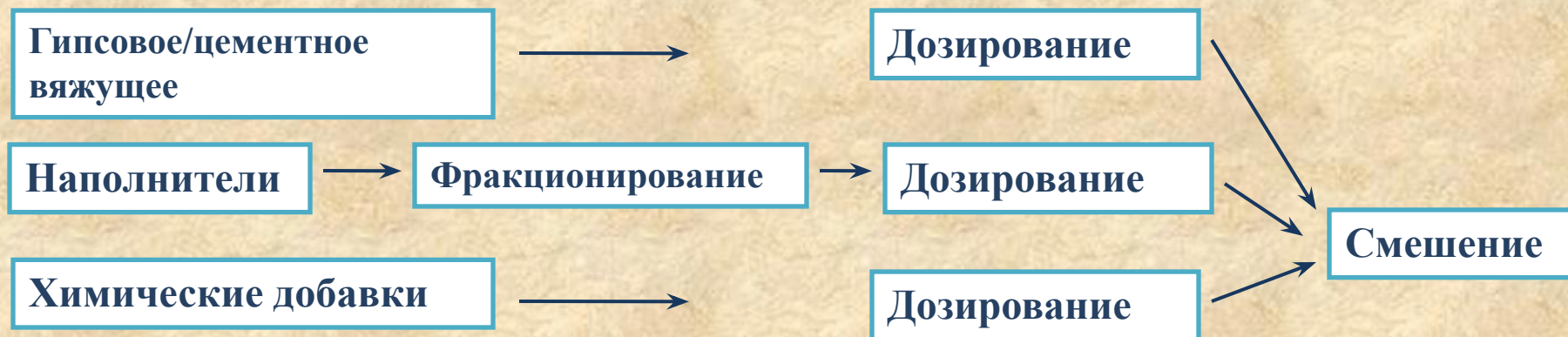
- ❑ большая огнестойкость, лучшие тепло- и звукоизоляционные характеристики, высокая технологичность производства изделий и строительно-монтажных работ.

Индивидуальные:

- ❖- быстрый набор распалубочной (через 30÷50 мин), отпускной (1÷3 суток) и марочной (7÷8 суток) прочностей;
- ❖- изделия твердеют и приобретают отпускную влажность без принудительной сушки ;
- ❖- меньший расход условного топлива за счет безпрогревной технологии производства изделий;
- ❖- большая оборачиваемость формовочного оборудования (через 30÷50 мин можно осуществлять распалубку);
- ❖- снижается себестоимость за счет использования местных компонентов (гипсового вяжущего и цеолитсодержащего мергеля).



Обычная технология изготовления сухих строительных смесей



Технология изготовления высокопрочного ГЦПВ



Статьи расходов для производства вяжущего мощностью 10 т/ч (40 тыс. тонн в год)

Капитальные вложения

| Название вложения | Кол-во | Цена, руб. | Сумма, руб. |
|---|--------|------------|-------------------|
| Комплект для переработки ЦСП: | | | 14 550 000 |
| Щековая дробилка (мах450мм) | 2 | 350 000 | 700 000 |
| Стационарная дробильно-сортировочный комплекс (10т/ч) | 1 | 4 200 000 | 4 200 000 |
| Шаровая мельница (сушка+высокотемпреат сушка) | 1 | 4 500 000 | 4 500 000 |
| Воздушно-центробежный классификатор (5т/ч) | 2 | 650 000 | 1 300 000 |
| Вибрационный грохот | 2 | 200 000 | 400 000 |
| Колосниковый холодильник | 1 | 450 000 | 450 000 |
| Система ленточных конвейеров (станция +10 м конвейера) | 1 | 400 000 | 400 000 |
| Система отвода тепла для подсушки ЦСП | 1 | 150 000 | 150 000 |
| Бункера готовой продукции (ЦСП-т) | 3 | 350 000 | 1 050 000 |
| Приемный крытый склад ЦСП | 1 | 500 000 | 500 000 |
| Шафы управления | 1 | 400 000 | 400 000 |
| Прочее доп. Оборудование | 1 | 500 000 | 500 000 |
| Комплект для производства высокопрочного ГЦПВ и ССС на его основе: | | | 9 190 000 |
| Накопительные бункера (гипс, цемент, песок, МФ, ЛСТ) | 5 | 350 000 | 1 750 000 |
| Пластинчатый питатель (гипс, цемент, песок, МК, ЦСП-т) | 5 | 700 000 | 3 500 000 |
| Микродозаторы (МФ, ЛСТ) | 2 | 200 000 | 400 000 |
| Дозаторы (цемент, гипс, песок, МК, ЦСП-т) | 5 | 120 000 | 600 000 |
| Смеситель-дезентогратор (3 т/ч) | 3 | 280 000 | 840 000 |
| Упаковщик (15 т/ч) | 1 | 750 000 | 750 000 |
| Шафы управления | 1 | 450 000 | 450 000 |
| Система ленточных конвейеров (станция +10 м конвейера) | 1 | 400 000 | 400 000 |
| Прочее доп. Оборудование | 1 | 500 000 | 500 000 |

Итого: 23 740 000

Монтаж оборудования (30%)

7 122 000

Расходы для производства 1 т. вяжущего по материалам

| Наименование | Кол-во на 1т. | Цена, руб. | Сумма, руб. |
|----------------------|---------------|------------|-------------|
| Цемент М500Д0, кг. | 347 | 5 | 1 734 |
| Гипс Г-6 | 561 | 5 | 2 525 |
| ЦСП-т | 56 | 0,80 | 45 |
| МК | 56 | 4,50 | 252 |
| Добавка (ЛСТ), кг | 5 | 25,00 | 126 |
| Добавка (МФ), кг | 4,02 | 500,00 | 2 010 |
| Мешок (Без логотипа) | 40,00 | 7,00 | 280,00 |

Итого себестоимость вяжущего: 6 972

Параметры производства

| Параметр | Кол-во |
|--|---------|
| Производительность, т/смена (2 смены) | 160 |
| Количество рабочих дней в месяц | 21 |
| Количество рабочих, чел. | 8 |
| Количество мастеров, чел. | 2 |
| Количество бухгалтеров, чел. | 2 |
| Расход электричества в день, кВт | 2 600 |
| Платежи за аренду в месяц, руб. | 100 000 |
| Стоимость отопления за месяц, руб. | 60 000 |
| Прочие коммунальные платежи, мес (уборка мусора, оплата воды и т.п.), руб. | 10 000 |
| Прочие расходы, мес., руб. | 50 000 |

Статьи расходов

Расходы на производство вяжущего в месяц

| Статья расхода | Итого, руб |
|---|-------------------|
| Материалы для производства за месяц (6 972x160x21=) | 23 424 509 |
| Зарплата работников (18000x8=) | 144 000 |
| Зарплата мастеров (25000x2=) | 50 000 |
| Зарплата бухгалтеров (30000x2=) | 60 000 |
| Налоги (6% с оборота) | 1 582 560 |
| Аренда | 100 000 |
| Отопление | 60 000 |
| Электричество | 7 800 |
| Прочие коммунальные платежи, мес (уборка мусора, оплата воды и т.п.) | 10 000 |
| Прочие расходы, мес | 50 000 |
| Итого: | 25 535 237 |
| Итого полная себестоимость вяжущего (руб./т.): 25 535 237 / (160 x 21) = | 7 600 |

Расчет окупаемости производства

| Статья | Сумма |
|--|-------------|
| Затраты на открытие производства (покупка и монтаж оборудования = 30 862 000 руб.) | 30 862 000 |
| Выручка от продажи вяжущего в месяц (7 600x160x21=) | 27 148 000 |
| Ежемесячные расходы (=25 535 237руб.) | 25 535 237 |
| Чистая прибыль в месяц без затрат на открытие (27 148 000 – 25 535 237=) | 1 613 563 |
| Срок окупаемости производства, лет (30 862 000 + 25 535 237) / 1 613 536 / 12 = | 2,91 |
| <i>Расчетная стоимость готового вяжущего(высокопрочного ГЦПВ): 8 080 руб./т.</i> | |

Итог:

1. Количество необходимых инвестиций = 60 млн. руб.
2. Срок окупаемости = 3 года.
3. Расчетная стоимость готового продукта (вяжущего) = 8 080 руб./т.

Изделия на основе высокопрочного ГЦПВ

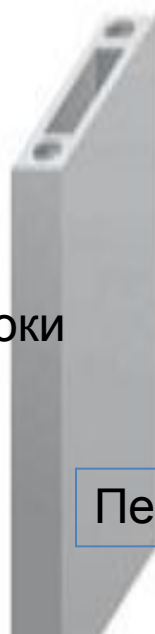
| № состава | Отношение ГЦПВ:Песок | В/Т | Средняя плотность бетона, кг/м ³ | Прочность на сжатие бетонов, твердеющих при нормально-влажностных условиях 7 сут. и высушенных до постоянной массы, МПа | Себестоимость мелкозернистого бетона на основе высокопрочного ГЦПВ, кг/м ³ |
|-----------|----------------------|------|---|---|---|
| 1 | 1:0 | 0,22 | 2120 | 80,7 | 8080 |
| 2 | 2:1 | 0,23 | 2170 | 76,0 | 5 666 |
| 3 | 1:1 | 0,24 | 2200 | 77,7 | 4 464 |
| 4 | 1:2 | 0,31 | 2110 | 55,7 | 3 819 |
| 5 | 1:3 | 0,47 | 2000 | 29,3 | 3 316 |

Мелкозернистый бетон

Шахты лифтов



Венблочки



Перегородки



Сантехкабины

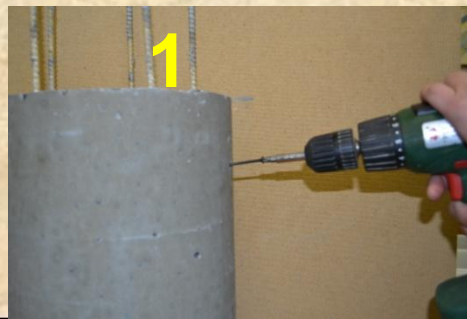


Камни керамзитобетонные стеновые, фигурные элементы интерьера, перемычуи

Изделия на основе высокопрочного ГЦПВ

Легкие бетоны в сравнении с известными

| № состава | Вид материала | Плотность, кг/м ³ | Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С | Температура применения, °С | Прочность на сжатие, МПа |
|-----------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 | Экопоробетон на ВГЦПВ | 300 | 0,14 | до 1000 | 0,8 |
| 2 | Кирпич керамический пустотелый | 750-900 | 0,15-0,21 | до 1000 | 7,5-15 |
| 3 | Пенобетон | 300-1200 | 0,13-0,35 | - | 1-15 |
| 4 | Пенополистирол | 70-200 | 0,04-0,06 | от -1800 до +75 | 0,1-3,0 |
| 5 | Плиты минеральноватные | 75-225 | 0,05-0,06 | От -60 до +400 | 0,01- 0,1 |



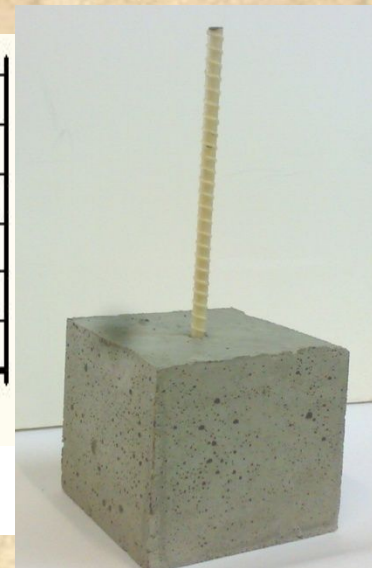
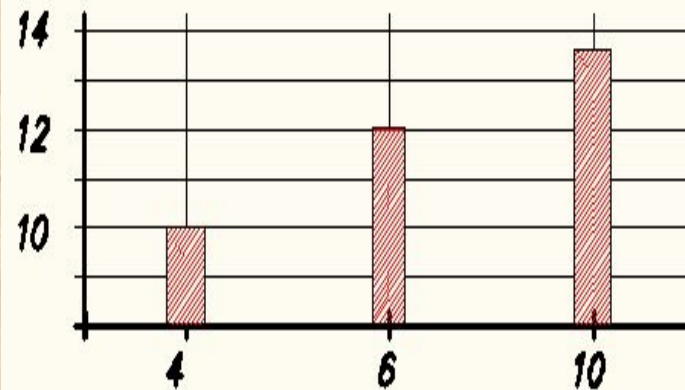
Сравнительные показатели свойств бетонов

| Вид бетона | Марка бетона по средней плотности | Бетон автоклавный | ГЦПВ -бетон на перлите | Бетон неавтоклавный |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| | | класс по прочности на сжатие | класс по прочности на сжатие | класс по прочности на сжатие |
| Конструкционно-теплотеплоизоляционный | D600 | B3,5; B2,5; B2; B1,5 | B5 (M75); B 3,5 (M50) | B2; B1 |
| | D800 | B7,5; B5; B3,5; B2,5 | | B3,5; B2,5; B2 |
| Конструкционный | D1000 | B12,5; B10; B7,5 | B 10 (150); B7,5 (M100) | B7,5; B5 |
| | D1200 | B15; B12,5 B5; B3,5 | | B12,5; B10 |

Легкие бетоны в сравнении с известными

Прочность вырыва стеклополимерной арматуры из мелкозернистого

R_B , МПа



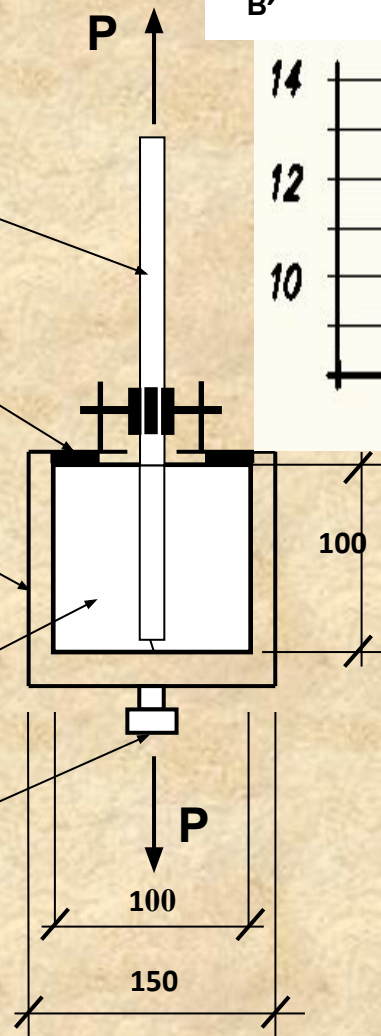
Арматурный стержень периодического профиля

Резиновая прокладка

Стальная обойма

Контрольный образец с ребром 100 мм

Концевой захват формы



Диаметр арматуры, мм



Защита интеллектуальной собственности



**Патент РФ
№ 2426702
на изобретение
«Композиционное
гипсовое вяжущее»**

Этапы реализации проекта

- 1) Разработка технологического проекта по реконструкции существующего завода ССС на выпуск высокопрочного ГЦПВ.
- 2) Согласование нормативно-технологической документации.
- 3) Составление бизнес-плана
- 4) Закупка и монтаж необходимого для модернизации технологического оборудования;
- 5) Выпуск опытных партий высокопрочного ГЦПВ и их испытание для различных условий применения;
- 6) Сертификация высокопрочного ГЦПВ.

Возможные риски

- ❑ Менталитет строительных организаций, привыкших к обычному гипсовому вяжущему и обычному цементу;
- ❑ Недостаточная нормативно-техническая база на высокопрочный ГЦПВ.

Меры минимизации рисков

- ❖ Проведение семинаров с освещением зарубежного опыта;
- ❖ Организации курсов повышения квалификации для технологов и начальников лабораторий ;
- ❖ Испытания вяжущего в заводских лабораториях;
- ❖ Разработка технических рекомендаций на производство высокопрочного ГЦПВ.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Авторы:

Хозин В.Г. (843) 238-39-13,

khozin@ksaba.ru

Морозова Н.Н. (843) 510-47-34,

ninamor@mail.ru

