

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН



Институт металлургии и промышленной инженерии

УДК 656.073.437:658.78

На правах рукописи

**ОтегеновМаксатТалгатулы**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

На соискание академической степени магистра техники и технологий

Название диссертации **«Разработка проекта и технико-экономического обоснования участка по литью изделий из фибробетонов»**

Направление подготовки 6М072400 – Технологические машины и оборудование

Научный руководитель,  
к.т.н., асс.профессор

\_\_\_\_\_ Бейсенов Б.С.  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 г.

Рецензент

\_\_\_\_\_  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтроль  
канд. техн. наук. сениор лектор  
\_\_\_\_\_ С.А.Бортебаев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**  
Заведующий кафедрой ТМиО,  
канд. техн. наук, ассоц. проф.  
\_\_\_\_\_ К.К. Елемесов  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020 г.

Алматы 2020 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

SatbayevUniversiti

Институт металлургии и промышленной инженерии  
Кафедра "Технологические машины и оборудование"  
6M072400 – Технологические машины и оборудование

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой ТМиО  
канд. техн. наук, асс.проф.  
\_\_\_\_\_ К.К.Елемесов

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2018 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение магистерской диссертации**

Магистранту Отегенову Максату Талгатулы

Тема: «Разработка проекта и технико-экономического обоснования участка по литью изделий из фибробетонов»

Утверждена приказом руководителя университета №1202м  
"29" 10 "2018 г.

Срок сдачи законченной диссертации " 15 " 05 \_\_\_\_\_ 2020 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: данные ОАО АЗТМ»

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

а. анализ существующей технологии изготовления корпусных деталей из чугуна литья.

б. анализ применяемого в настоящее время оборудование для работы с компонентами фибробетонных смесей.

с. эскизный проект участка

д. оценка экономической целесообразности предлагаемой технологии.

Рекомендуемая основная литература:

1. Иноземцева С.А. «Технология производства полимербетонных изделий и конструкций»: учебное пособие. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2003.

2. Хрулев В.М., Безверхая Л.М. «Полимербетоны»: учебное пособие. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 1979.

3. Патуроев В.В. «Полимербетоны». – М.: Стройиздат, 1987.

4. ГОСТ 27952-88 «Смолы полиэфирные ненасыщенные. Технические условия».

5. СН 525-80 «Инструкция по технологии приготовления полимербетонов и изделий из них».

**ГРАФИК**  
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
1 Технологическая часть	1.02.2020	
2 Проектная часть	1.03.2020	
3 Техничко-экономические расчёты и основные показатели	1.04.2020	
4 Бизнес-план участка по изготовлению фиброполимербетонных деталей производительностью 1000 т/г.	1.05.2020	
5 Охрана труда	15.05.2020	

Подписи консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
1 Технологическая часть	К.т.н., асс.проф. Бейсенов Б.С.		
2 Проектная часть	К.т.н., асс.проф. Бейсенов Б.С.		
3 Техничко-экономические расчёты и основные показатели	К.т.н., асс.проф. Бейсенов Б.С.		
4 Бизнес-план участка по изготовлению фиброполимербетонных деталей производительностью 1000 т/г.	К.т.н., асс.проф. Бейсенов Б.С.		
5 Охрана труда	К.т.н., асс.проф. Бейсенов Б.С.		
Нормоконтролер	К.т.н., сениор лектор Бортебаев С.А.		

Научный руководитель \_\_\_\_\_ Бейсенов Б.С.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению обучающийся \_\_\_\_\_ Отегенов М.Т.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Дата " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## АНДАТПА

Бұл жұмыста магистерлік жұмыстың орындау барысында шешілген бір қатар мәселелер қаралды:

- шойын құймадан корпустық бөлшектерді жасаудың қазіргі технологиясы зерттелді;
- қазіргі уақытта қолданылатын фибробетондық қоспалардың компоненттері мен жұмыс істеу үшін жабдықты зерттелді;
- учаскенің эскиздік жобасы әзірленді;
- ұсынылатын технологияның экономикалық қорындылығына бағалау жүргізілді.

Жұмыс кіріспеден, учаске жобасынан, бизнес-жоспардан, учаскенің жоспарлау сипаттамасынан, еңбектік қорғаудан, қорытындылардан, 15 атаудағы пайдаланылған көздер тізімінен тұрады. Диссертациялық жұмыс 53 беттен, 14 суретпен, 13 кестемен суреттелген.

## АННОТАЦИЯ

В этой работе рассмотрены ряд задач, которые были решены в ходе выполнения магистерской работы:

- анализ существующей технологии изготовления корпусных деталей из чугуна;
- анализ применяемого в настоящее время оборудования для работы с компонентами фибробетонных смесей;
- разработан эскизный проект участка;
- проведена оценка экономической целесообразности предлагаемой технологии.

Работа состоит из введения, проекта участка, бизнес-плана, описания планировки участка, охраны труда, выводов, списка использованных источников из 15 наименований. Диссертационная работа изложена на 53 страницах, иллюстрирована 14 рисунками, 13 таблицами.

## ANNOTATION

In this work, we consider a number of tasks that were solved during the master's work:

- analysis of the existing technology for manufacturing body parts from cast iron;
- analysis of currently used equipment for working with components of fiber concrete mixtures;
- a preliminary design of the site has been developed;
- The economic feasibility of the proposed technology was evaluated.

The work consists of an introduction, a site project, a business plan, a description of the site layout, labor protection, conclusions, and a list of 15

references. The dissertation work is presented on 53 pages, illustrated with 14 figures and 13 tables.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Анализ существующей технологии изготовления корпусных деталей	11
1.1 Анализ существующей технологии изготовления корпусных деталей из чугуна	11
1.2 Анализ существующей технологии изготовления корпусных деталей из композиционных материалов	13
2 Проект участка по производству фиброполимербетонных изделий	17
2.1 Номенклатура выпускаемой продукции	17
2.2 Характеристика сырья	19
2.3 Выбор способа производства	20
2.4 Описание технологии производства	21
2.5 Расчет материального потока	22
3 Проект складского хозяйства	26
3.1 Склад сырья	26
3.2 Склад готовой продукции	27
4 Проект бетоносмесительного узла	29
4.1 Расчет и выбор основного технологического оборудования	29
5 Техничко-экономические расчёты и основные показатели	34
5.1 Расчёт потребности в энергоресурсах	34
5.2 Оборудования участка	35
5.3 Штатная ведомость участка	38
5.4 Компоновка участка под литье корпусов редукторов из фибробетонов	40
5.5 Бизнес-план участка по изготовлению фиброполимербетонных деталей производительностью 1000 т/г.	42
6 Охрана труда	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
Термины и определения	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	51
Приложение А	53

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение требований к эксплуатационным характеристикам конструкционным материалам способствовало разработке целого ряда новых композиционных материалов.

В настоящее время широко используются материалы, сочетающие важнейшие свойства природных высокопрочных материалов с относительно простыми способами получения конструктивно сложных изделий. Одной из разновидностей таких материалов являются полимербетонные композиции.

Полимербетоном называют искусственный композиционный материал, представляющий собой затвердевшую смесь полимерного связующего, заполнителей, мелкодисперсного наполнителя и специальных добавок.

Полимерные связующие – это синтетические или природные органические вещества, способные самопроизвольно или под действием различных факторов (веществ-отвердителей, температуры и др.) переходить из жидкого состояния в твердое, и как в жидком состоянии, так и после отвердевания, имеющие хорошую адгезию к другим материалам.

Полимерные связующие в исходном состоянии могут быть высокомолекулярными веществами – так называемыми олигомерами или низкомолекулярными веществами – мономерами. Однако все они в процессе отвердевания переходят в высокомолекулярные полимерные вещества.

В качестве связующего в полимербетоне обычно применяются фурановые, полиэфирные, эпоксидные, фенолоформальдегидные смолы; иногда используются кумароноинденовые, поливиниловые смолы и некоторые другие полимеры.

Заполнителями служат кварцевые и керамзитовые пески, гравий, щебень, керамзит, перлит, бой кирпича, бетона, стекла и вообще зернистые материалы, в том числе вторичного использования.

В целях снижения расхода связующего и стоимости изделий, а также для регулирования их свойств в полимербетон вводят мелкодисперсный наполнитель с размером частиц менее 0,15 мм (баритовая, кварцевая, андезитовая мука и др.).

Степень наполнения полимербетонной композиции минеральными наполнителями и заполнителями может достигать до 90-95 % массы.

В состав полимербетона могут входить также пластификаторы, растворители, разбавители, порообразователи, ПАВ, антипирены, красители и т.п.

Рациональный выбор связующего, наполнителей, заполнителей и добавок позволяет получать полимербетоны с необходимыми свойствами. Теоретические основы подбора составов полимербетонов рассматриваются

исходя из условий достижения наибольшей плотности и наименьшего расхода синтетического связующего при сохранении высоких показателей прочностных и других физико-механических свойств материала.

Приготовление полимербетонных смесей является в большей мере физико-химическим, чем технологическим процессом. Это обуславливает повышенные требования к качеству и составу исходных материалов, точности дозировок и соблюдению технологического режима и последовательности операций.

По сравнению с традиционными бетонами на минеральном вяжущем полимербетоны обладают следующими преимуществами: сравнительно кратковременным циклом изготовления, более высоким пределом прочности при изгибе и растяжении, повышенной трещиностойкостью, стойкостью к воздействию большинства промышленных агрессивных сред и окружающей среды, стойкостью к истиранию, хорошей адгезионной способностью ко многим строительным материалам. Не маловажным преимуществом полимербетона является его абсолютная водонепроницаемость, обеспечивающая высокую морозостойкость.

Инертность полимербетонов по отношению к агрессивным химическим средам является одним из определяющих качеств среди общего перечня их положительных свойств. Химическая стойкость полимербетонов находится в непосредственной зависимости от химической стойкости связующего, наполнителей и заполнителей, их физико-механического взаимодействия в контактной зоне, плотности структуры в целом, а также технологических условий получения и эксплуатации.

Высокие показатели физико-механических свойств наполненных полимерных композиций могут быть получены при условии достаточной прочности адгезионных связей синтетического связующего с поверхностью наполнителей и заполнителей.

В настоящее время область применения полимербетонов непрерывно расширяется. Полимербетоны с мелким заполнителем применяются в качестве гидроизоляционных и защитных покрытий. Из полимербетонов с лёгким заполнителем, например керамзитовым или перлитовым песком, изготавливаются теплоизоляционные плиты. Полимербетоны используются также для изготовления неармированных тонкостенных изделий и различных строительных конструкций. Благодаря своим декоративным свойствам полимербетон широко используется как отделочный материал.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что перспективное направление в тяжелой индустрии - применение фибробетонных конструкций различного назначения.

Фибробетон, как и традиционный бетон, представляет собой композиционный материал, включающий дополнительно распределенную в объеме фибровую арматуру. Дисперсное фибровое армирование позволяет



в большой степени компенсировать главные недостатки бетона - низкую прочность при растяжении и хрупкость разрушения.

Фибробетон имеет в несколько раз более высокую прочность при растяжении и на срез, ударную и усталостную прочность, трещиностойкость и вязкость разрушения, морозостойкость, водонепроницаемость, сопротивление кавитации, жаропрочность и пожаростойкость. По показателю работы разрушения фибробетон может в 15-20 раз превосходить бетон. Это обеспечивает его высокую технико-экономическую эффективность при применении в строительных конструкциях и их ремонте.

Свойства фибробетона как композиционного материала определяются свойствами составляющих его компонентов. В определенной степени важнейший компонент - фибра (стальная или неметаллическая). Основные характеристики материалов, используемых в настоящее время для изготовления фибры, приведены в таблице.

Сопротивление различным воздействиям у фибробетонов в несколько раз выше, чем у обычного бетона.

Главными показателями свойств фибробетонов можно считать следующие:

- прочность при сжатии, осевом растяжении, растяжении при изгибе;
- начальный модуль деформаций;
- морозостойкость;
- водонепроницаемость;
- истираемость;
- ударную прочность (вязкость).

Важнейшая характеристика фибробетона - прочность на растяжение - является не только прямой характеристикой материала, но и косвенной, и отражает его сопротивление другим воздействиям, а также долговечность.

Другая важная характеристика фибробетона - ударная прочность (вязкость разрушения), которая в 3-5 раз превышает ударную прочность обычного бетона.

Экспериментально-теоретические исследования физико-механических свойств фибробетонов и опыт их применения позволили выявить эффективную номенклатуру конструкций, сооружений и изделий из них.

**Целью работы** является попытка разработки проекта участка по литью изделий из фибробетонов (на примере корпуса редуктора Ц2-250 и др.) и его технико-экономического обоснования по сравнению с базовым вариантом (чугунное литье).

Идея работы заключается в привязке технологии отработанной в условиях кафедры «Технологические машины и оборудование» в рамках грантового проекта «Модернизация горно-металлургического оборудования

с использованием инновационных материалов и компоновок приводов» к условиям АО «Алматинский завод тяжелого машиностроения».

Задачи исследования:

1. Анализ существующей технологии изготовления корпусных деталей из чугунового литья.

2. Анализ применяемого в настоящее время оборудование для работы с компонентами фибробетонных смесей.

3. Оценка экономической целесообразности предлагаемой технологии.

Положения, выносимые на защиту, и их новизна:

1. Технология литья изделий из фибробетонных смесей.

2. Техничко-экономические аспекты технологии

3. Компоновка участка под литье корпусов редукторов из фибробетонов.

Практическое значение работы заключается в адаптации технологии под промышленное мелкосерийное производство.

Результаты исследований используются в учебном процессе Казахского Национального исследовательского технического университета при подготовке студентов по специальности 5В072400 -«Технологические машины и оборудование».

Апробация работы.

Элементы технологической цепочки апробированы в условиях кафедры Технологические машины и оборудование.

Публикации. По теме диссертации опубликовано статья в Вестнике КазНУТУ.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, разделов, заключения и одного приложения, содержит 53 страниц, 21 рисунок, 4 таблиц, список литературы из 15 наименований.

## **1 Анализ существующей технологии изготовления корпусных деталей**

### **1.1 Анализ существующей технологии изготовления корпусных деталей из чугунного литья**

Современная промышленность использует много различных методов производства чугунного литья. Они сводятся к нескольким основным методам литья:

- в формы из глиняно-песчаной смеси (так называемое литье «в землю»)

внутри формы помещается модель готового изделия, полностью повторяющая его форму, но превышающая его по размерам на величину литейной усадки. Глиняно-песчаная смесь трамбуется и уплотняется, обеспечивая полное прилегание к модели. Литье чугуна в форму осуществляется через специально предусмотренные отверстия — литники.

- в гипсовые формы (и из других отвердевающих растворов);
- в оболочковые формы;
- в кокиль (металлические защищенные формы);
- по выплавляемым моделям;
- под давлением.
- В газифицируемую модель

Специалисты различают несколько видов чугуна, в зависимости от содержания тех или иных примесей.

#### **Виды чугуна**

Серый чугун содержит от 2,9% до 3,7% графита и кремний, обладает отличными литейными свойствами:

- низкая температура плавления
- высокая текучесть расплава
- малая усадка.

Является подходящим материалом для корпусов станков и механизмов, поршней и блоков цилиндров двигателей. Высокая хрупкость исключает применение материала в деталях, работающих на изгиб и растяжение. Литье серого чугуна преимущественно проводится в песчаные формы и в кокиль.

Высокопрочный чугун, ВЧШГ, содержит графит в шаровидной форме. Этот вид графита отличается высокой вязкостью и ковкостью, пригоден для кузнечной обработки. Из него отливают трубы, трубопроводную арматуру, ответственные и высоконагруженные детали механизмов.

#### **Высокопрочный чугун**

Изделия из высокопрочного чугуна производят также методом литья в газифицируемую модель. Литье чугуна производится в форму из песчаной смеси, уплотненной вокруг полистироловых блоков моделей.

Для улучшения механических свойств отливки из высокопрочного чугуна подвергают термической обработке. Ее основные этапы:

- нагрев до 850 °С;
- выдержка в нагретом состоянии несколько часов;
- медленное остывание в минеральном масле при 350 °С.

Термообработка повышает однородность материала и снимает внутренние напряжения в отливке, снижая вероятность возникновения трещин в процессе эксплуатации

#### *Производство чугуна*

Уникальные свойства чугуна — дешевизна, прочность и коррозионная стойкость позволяют черному металлу уверенно смотреть в будущее.

#### *Способы литья*

Наиболее современный способ это литье по газифицируемым моделям. Этот способ позволяет не только осуществлять литье чугуна, но и получать стальные отливки. Способ отличается экономичностью, экологичностью и возможностью повторного использования материала форм.

Способ состоит из следующих этапов.

#### *Подготовка моделей*

Модели делают из предварительно вспененного и подсушенного полистирола с размером зерна 0,3— 0,9 мм. (в зависимости от габаритов детали). Материал задувается в формы, запекается и охлаждается.

#### *Литье по газифицируемым моделям*

Модели склеивают или спаивают в блоки. Далее блоки опускают в ванну, чтобы нанести противопопригарное покрытие и высушивают. Если конфигурация изделия сложная, то покрытие наносят из сопла.

#### *Формовка*

Блоки моделей помещают в опоку, размещенную на вибрирующем основании, постепенно засыпая их песчано-глиняной смесью, их «землей». Иногда засыпку производят слой за слоем, отдельно уплотняя каждый.

Засыпанные и уплотненные формы перевозят в заливочный цех. Вакуумный насос завершает уплотнение песка и придание ему достаточной прочности.

#### *Заливка металла*

Металл заливают прямо в материал модели. Жидкий расплав испаряет полистирольные модели и заполняет все детали рельефа.

#### *Формовка чугуна*

Продукты сгорания полистирола удаляются вакуумным насосом прямо через стенки формы.

### *Завершающие операции*

Отливки из чугуна остывают в форме. Темп снижения температуры и общая его длительность определяется весом детали, толщиной ее стенок и требованиями технологии изготовления. Далее формы разбиваются, отливки очищаются от остатков противопригарной краски, удаляются литники.

### *Преимущества чугунного литья*

Чугунное литье отличается от отливок из других материалов рядом преимуществ, таких, как:

- дешевизной
- высокой прочностью и износостойкостью
- высоким качеством поверхности, сводящим к минимуму последующую механическую обработку

### *Характеристики и применение чугуна*

Важно отметить, что при использовании современных методов литья дешевле получается не только сама отливка, но и конечная продукция. Многие производства, в конце 20 века заменившие чугунные детали своих изделий на стальные, вернулись или планируют вернуться к проверенному временем материалу на новом этапе его развития.

## **1.2 Анализ существующей технологии изготовления корпусных деталей из композиционных материалов**

Композиционные материалы (КМ) или композиты – это искусственно созданные материалы, состоящие из двух или более разнородных и нерастворимых друг в друге компонентов (фаз), соединяемых между собой физико-химическими связями.

Большое значение замены металлов и других традиционных конструкционных материалов на композиты состоит в том, что вместо ограниченного числа материалов с постоянными и практически равными во всех направлениях свойствами появляется возможность применять большее число новых материалов со свойствами, различающимися в разных направлениях (анизотропия свойств КМ). Само создание изделий из КМ является примером единства конструкции и технологии, поскольку материал, спроектированный конструктором, образуется одновременно с изделием при его изготовлении и свойства КМ в значительной мере зависят от параметров технологического процесса.

В общем случае в КМ четко выражено различие в свойствах компонентов. Одним из этих компонентов является *арматура* или *наполнитель*, а вторым – связывающая их *матрица*.

Матрица в КМ выполняет функцию среды, в которой распределен наполнитель. Наполнитель в КМ воспринимает основные напряжения, возникающие в композиции при действии внешних нагрузок, придавая ей прочность и жесткость в направлении ориентации волокон. Работоспособность композита обеспечивается как правильным выбором и сочетанием матрицы и наполнителя, так и рациональной технологией их совмещения, призванной обеспечить прочную связь между ними.

В качестве матрицы в КМ используют эпоксидные, кремнийорганические, полиэфирные и другие смолы, алюминий, магний, титан, никель, жаропрочные сплавы, керамику, углерод различной модификации.

КМ получают общее название по типу материала матрицы.

КМ с полимерной матрицей называют полимерными (ПКМ), с металлической - металлическими (ККМ), с углеродной – углеродными (УКМ) и т.д..

Формирование деталей из *полимерных композиционных материалов (ПКМ)* может осуществляться как методами, присущими формированию изделий из полимеров (литье под давлением, экструзия, прессование и др.), так и специальными методами (намотка и др.), присущим только данному классу материалов.

*Намоткой* называют процесс формирования, при котором заготовки получают укладкой по заданным траекториям формирующего наполнителя (нитей, лент, тканей), обычно пропитанного полимерным связующим, на вращающиеся технологически оправки. Оправки имеют конфигурацию и размеры, соответствующие внутренним размерам изготавливаемой детали. Формирование завершается отверждением. Намоткой изготавливают конструкции, имеющие форму тел вращения или близкую к ней: трубы, баки, емкости, короба, стержни и т.п.

В *металлических композиционных материалах (МКМ)* матрицей являются металлы и их сплавы, а арматурой - металлические и неметаллические волокна.

Технологическую схему производства изделий из МКМ можно представить следующим образом: 1) очистка поверхности волокон и матрицы; 2) объединение волокон матрицы; 3) получение МКМ методами пластической деформации, порошковой металлургии, литья либо комбинацией этих методов.

Наиболее производительный способ производства листовых, ленточных МКМ - прокатка.

Жидкофазный метод предусматривает получение МКМ совмещением армирующих волокон с расплавленной матрицей.

Изготовление МКМ методами осаждения-нанесения состоит в нанесении на волокна различными способами (газо-фазными, химическими,

электролитическим, плазменным) матричного материала и заполнение им межволоконного пространства.

Наибольшее применение получили методы газо-термического (обычно плазменного) напыления и электролитического осаждения.

При плазменном нанесении покрытий наносимый материал матрицы в виде порошка или проволоки подводится к плазменной струе, расплавляется и подхваченный потоком плазмообразующего газа (например, аргона) направляется к поверхности изделия. Двигаясь с большой скоростью (150 м/с) частицы материала при ударе о поверхность подложки (металлическая фольга) прочно соединяются с уложенными на ней определенным образом волокнами. Полученный МКМ требует дальнейшей обработки давлением.

*Керамические композиционные материалы (ККМ)* – это материалы, в которых матрица состоит из керамики, а арматура из металлических или неметаллических наполнителей.

Керамические материалы характеризуются высокими температурами плавления, высокой стойкостью к окислению. Армируя их металлическими углеродными или керамическими волокнами, достигают значительного улучшения физико-механических свойств материала. Для получения ККМ используют преимущественно методы порошковой металлургии; гидростатическое и горячее прессование, шликерное, вакуумное литье и другие методы.

*ККМ с металлическими волокнами.* Обычно - это волокна вольфрама, молибдена, стали, ниобия. Основная цель такого армирования – образование пластической сетки, которая способна обеспечить целостность керамики после ее растрескивания и уменьшить вероятность преждевременного разрушения. Такие ККМ изготавливают горячим прессованием. Широкое применение металлических волокон ограничивается их низкой стойкостью к окислению при высоких температурах.

*ККМ с углеродными волокнами.* Взаимодействие углерода с оксидами, карбидами, силицидами происходит при более высоких температурах, чем с металлами, поэтому использование таких ККМ в качестве высокотемпературных является перспективным. Из углекерамических КМ наиболее широко исследованы композиты со стеклянной матрицей.

Материалы типа «Керамика-керамика» имеют большую перспективу, так как имеют малое различие модуля упругости матрицы и наполнителя, коэффициентов термического расширения, химическое средство, возможность работы до 2000°С

*Углерод - углеродные КМ (УУКМ).* Представляют собой углеродистую или графитовую матрицу, армированную углеродным или графитовым волокном.

Основные достоинства УУКМ: высокая теплоемкость, малая плотность, стойкость к тепловому удару и облучению, высокие прочностные и жесткостные характеристики при обычной и повышенной температуре, низкий коэффициент термического расширения.

Типовым материалом для матриц служат смолы (фенольные, эпоксидные и другие) и каменноугольный пек-продукт крекинга угля.

Для получения УУКМ используется три способа: 1) пропитка смолой волокнистого каркаса и карбонизация; 2) осаждение углерода из газовой фазы между волокнами каркаса; 3) сочетание пропитки и карбонизации с осаждением углерода из газовой фазы.

#### Области применения ПКМ

*Стеклопластики* – самые дешевые из всех ПКМ, поэтому их применение оправдано в серийном и массовом производстве. Судостроение – корпуса лодок, катеров, речных и морских судов. Строительство и химическая промышленность – строительные панели, воздуховоды, реакционные аппараты, различные емкости, химически стойкие и прочные трубы, корпуса насосов, вентиляторов и так далее. Автомобильный и железнодорожный транспорт – кабины грузовиков, баки для горючего, цистерны для перевозки жидких и сыпучих грузов, приборные панели и так далее.

*Органопластики* – низкая плотность, высокая прочность, жесткость, влагостойкость, химическая стойкость, диэлектрические и теплофизические свойства определили их применение в качестве материалов электро- и коррозионностойкого, фрикционного назначения, в производстве спортивного инвентаря.

*Углепластики* – применяют в автомобильной промышленности, авиационной технике, химической промышленности, производстве спортивного инвентаря. Биологическая совместимость углеродного волокна с тканями позволяет использовать углепластики для протезирования, в медицинских приборах.

*Боропластики* - применяют из-за высокой стойкости в основном в авиационной и ракетно-космической технике, где используются их высокая прочность и жесткость при сжатии.

*МКМ* - применяют в таких областях, где они должны работать в агрессивных средах, при статических, циклических, ударных, вибрационных нагрузках. Наиболее эффективно применение МКМ в таких конструкциях, особые условия работы которых не допускают применение традиционных материалов.

В заключение отметим, что области применения композитов практически неограниченны, и в ближайшие годы надо ждать их широчайшего внедрения.



## 2 Проект участка по производству фиброполимербетонных изделий

### 2.1 Номенклатура выпускаемой продукции

В проектируемом участке будут изготавливаться корпуса редукторов Ц2-250, рабочее колесо насоса ПНВ-2 и промежуточный фонарь центробежного насоса из фиброполимербетона на основе полиэфирной смолы ПН-1. Номенклатура выпускаемых изделий приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Номенклатура выпускаемых цехом изделий

Марка изделия	Габаритные размеры, мм			Расход фиброполимербетона на одно изделие, м <sup>3</sup>	Доля в объеме произв. цеха, %
	L	B	H		
Корпус редуктора Ц2-250	515	260	310	0,0420	40
Рабочее колесо насоса ПНВ-2	Ø300		60	0,0120	40
Промежуточный фонарь консольного насоса	Ø600		300	0,0158	20



Рисунок 1 – Корпус редуктора Ц2-250



Рисунок 2 – Рабочее колесо насоса ПНВ-2



Рисунок 3 – Промежуточный фонарь центробежного насоса

Производительность цеха равна 1000 м<sup>3</sup> фиброполимербетона в год.

Усредненный объем изделия, м<sup>3</sup>:

$$V = \frac{V_1 \cdot n_1 + V_2 \cdot n_2 + \dots + V_i \cdot n_i}{100},$$

где  $V_i$  – объем изделия каждой марки, м<sup>3</sup>;

$n_i$  – доля выпуска изделия каждой марки в общем объеме выпуска продукции, %.

$$V = \frac{0,40 + 0,40 + 0,20}{100} = 0,001 \text{ м}^3$$

Производительность по каждому виду изделий приведена в таблице 2.

Таблица 2

Производительность по каждому виду изделий

Марка изделия	Годовая производительность	
	м <sup>3</sup>	шт
Корпус редуктора Ц2-250	400	133333
Рабочее колесо насоса ПНВ-2	400	88888
Промежуточный фонарь консольного насоса	200	62500
Всего	1000	284721

## 2.2 Характеристика сырья

Для приготовления фиброполимербетона используются следующие материалы: Компоненты:

- натуральный наполнитель, крупная фракция – бутовый щебень (ГОСТ 8267 и ГОСТ 10260, фракция 1,6...2,4 мм.). Процентное содержание базового наполнителя - 48%;

- среднефракционный наполнитель - кварцевый песок (ГОСТ 8736, фракция 0,5...1,3 мм.) – 20%;

- мелкофракционный наполнитель – кварцевая мука (ГОСТ 8736). Содержание - 10%;

- фибра стальная анкерного типа 25 мм. ГОСТ 14613.

2.2.1 Связующее вещество. Фурано-эпоксидная смола ФАЭД (ТУ 59-02-039.13-78). Основными преимуществами покрытий на основе фурановых смол являются высокие защитные свойства и долговечность, а также чистота процесса их нанесения (таблица.1)

Таблица 1 -Физико-механические свойства лаковых покрытий на основе фурано-эпоксидных смол

Вид испытаний	ГОСТ или ОСТ	Покрытия на основе смол		
		ФАЭД-8	ФАЭД-20	ФАЭД-50Д
Прочность при изгибе, мм	6806-2003	15-20	12-14	10-12
Прочность при ударе, кгс/см <sup>2</sup>	4765-93	20-25	15-20	40-45
Адгезия (методом решётчатого надреза)	15140-2009	Удовлетворительная	Удовлетворительная	Хорошая
Степень отверждения, %	ОСТ 10088-99	91	92	93-95
Прочность на пробой электрическим током, кВ/мм	ОСТ 6433-99	15	19	22

Проведенные экспериментальные работы по определению химической стойкости и физико-механических свойств покрытий на основе фурано-эпоксидных смол марок ФАЭД-50Д, ФАЭД-20 и ФАЭД-8 показали, что покрытие на основе ФАЭД-50Д обладает повышенной химической стойкостью в искусственно приготовленных агрессивных средах, содержащих различные соли и нефтепродукты.

В результате проводных исследований установлена также, что покрытия на основе смолы ФАЭД-50Д обладают повышенными адгезионными свойствами к бетону, достигающими  $40 \text{ кг/см}^2$  и выше.

2.2.2 Инициатор отверждения. В качестве инициатора отверждения используется отвердитель - полиэтиленполиамин ПЭПА (ТУ 6-02-594-80Е)

### **2.3 Выбор способа производства**

Существует несколько способов производства полимербетонных изделий.

Линейные стенды применяются при изготовлении массивных сложных форм, длинномерных изделий и изделий со сложной напрягаемой арматурой, требующей анкерные устройства, захваты и мощные механизмы натяжения.

Кассетный способ находит широкое применение в крупнопанельном домостроении для изготовления внутренних стеновых панелей и панелей перекрытия.

Поточно-агрегатная технология получила наибольшее распространение в производстве железобетонных изделий. Основное ее преимущество – универсальность и возможность быстрой переналадки линии с выпуска одного вида изделий другой. Способ позволяет обеспечить высокую степень механизации основных операций.

Конвейерный способ организуется по замкнутой конвейерной линии с принудительным ритмичным или непрерывным перемещением форм в процессе изготовления изделий. Этот способ наиболее целесообразен при изготовлении большого количества однотипных изделий или при большом их разнообразии. Конвейерная технология позволяет более компактно расположить оборудование, более рационально использовать производственные площади.

Принимается конвейерная технология.

## 2.4 Описание технологии производства

Складские помещения для хранения компонентов полимербетона находятся в отдельном помещении (пристройка к участку). Со склада сырье подается через дозаторы в смеситель. Жидкие компоненты (фурано-эпоксидная смола ФАЭД, инициатор отверждения) подаются по трубопроводам, а кварцевый песок и мука – винтовым конвейером.

Полимербетонная масса готовится в смесителе. Из смесителя готовая масса подается непосредственно в формы, перемещающиеся по рольгангу.

Фурано-эпоксидная смола перед подачей в смеситель подогревается до 50-60 °С в самом смесителе либо в термокамере.

Для формования полимербетонной смеси используются горизонтальные опоки из нержавеющей стали в которые установлены силиконовые матрицы. Разделительная смазка в сочетании с такими формами позволяет получать изделия с поверхностью не требующей дополнительной обработки. В качестве разделительного слоя используется грунтовая паста или пчелиный воск, наносимый на форму вручную.

После нанесения смазки формы подаются на участок нанесения гелькоута. После нанесения гелькоута форма перемещается на вибростол, а после заливки полимербетонной смеси включается вибратор стола, смесь уплотняется.

Формы с уплотненной смесью подаются по рольгангу в камеру полимеризации, по которой они выдерживаются в течении 45 минут при температуре 80 °С.

После тепловой обработки изделия извлекаются из форм и транспортируются на склад готовой продукции.

Освободившиеся формы очищаются, на них наносится слой смазки и они подаются по рольгангу на участок нанесения гелькоута. После нанесения гелькоута формы транспортируются по рольгангу к вибростолу, где снова заполняются полимербетонной смесью.

Технологическая схема производства полимербетонных изделий приведена на рисунке 4.

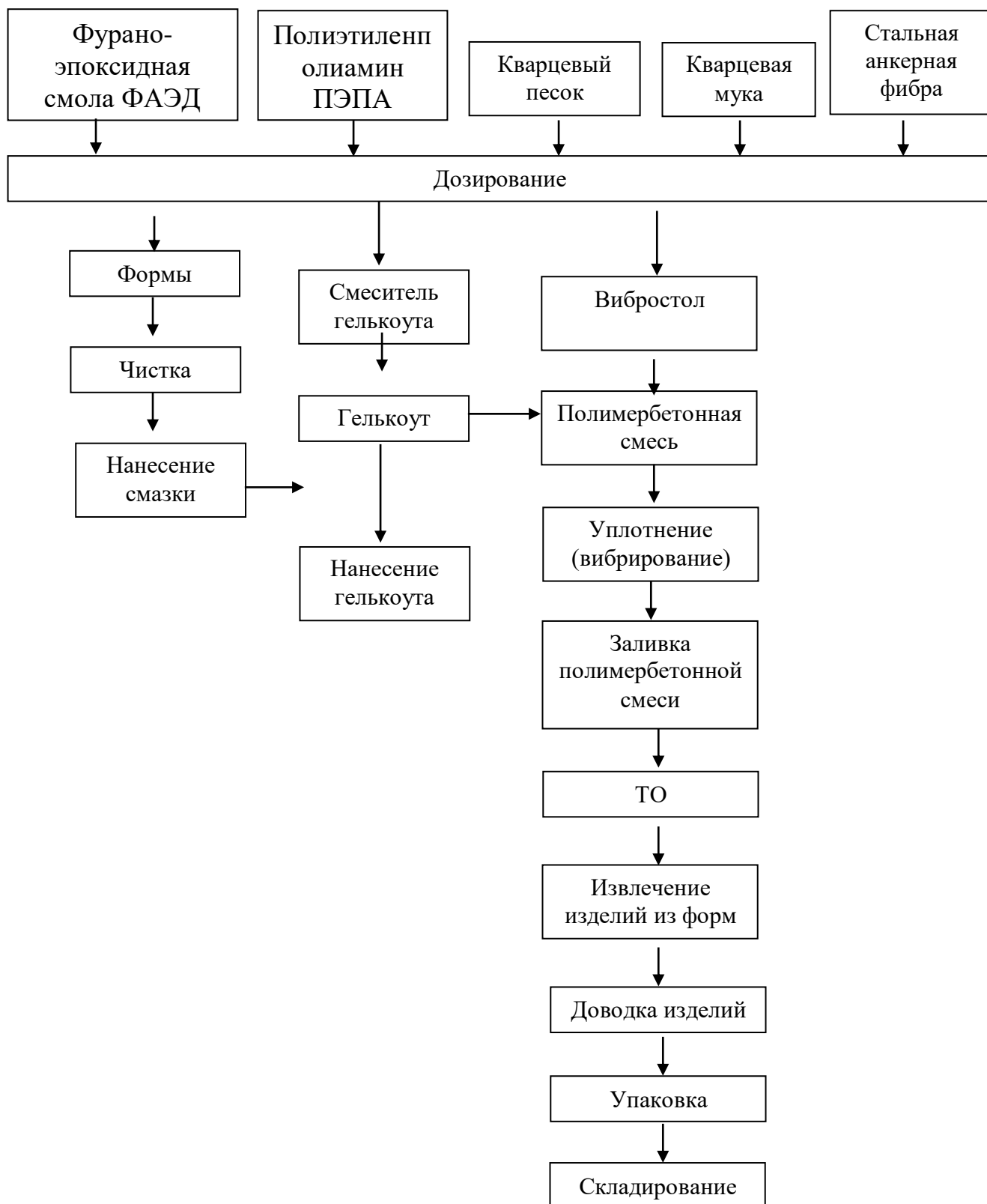


Рисунок 4 - Технологическая схема производства полимербетонных изделий

## 2.5 Расчет материального потока

Расчет выполняется с целью выявления потребностей в сырьевых материалах, полуфабрикатах, комплектующих деталях и готовых изделиях по

всем переделам технологического процесса. Данные расчета материально-производственного потока используются для проектирования складов сырья, полимербетоносмесительных узлов, формовочных линий, тепловых установок формовочных цехов и складов готовой продукции.

Исходными данными для расчета материального потока служат годовая производительность предприятия, номенклатура продукции предприятия и допустимые нормы потерь материалов.

2.5.1 Расчет состава полимербетона. Основной задачей при проектировании состава полимербетона является получение максимальной прочности при минимальном расходе полимера.

При подборе состава полимербетона необходимо стремиться к:

- сокращению содержания полимерного связующего;
- использованию микронаполнителей оптимальной дисперсности;
- использованию заполнителей с оптимальным гранулометрическим составом.

Полимербетонная смесь должна иметь определенную подвижность, позволяющую осуществлять ее формование и уплотнение.

Состав полимербетона проектируется в три стадии:

- на первой стадии экспериментально подбирается состав полимерного связующего вещества;
- на второй стадии подбираются размеры и соотношения между фракциями заполнителей, подбираются наполнители и специальные добавки;
- на третьей стадии экспериментально уточняется состав смеси.

Экспериментально-теоретический метод подбора позволяет найти наиболее экономичный состав полимербетона с минимальным расходом полимера.

Рекомендуемое количество наполнителя и заполнителя (для фурано-эпоксидных смол ФАЭД) – 85 % от объема готового изделия.

Рекомендуемое количество отвердителя (гипериз) – 1-2 % от массы смолы.

Принимается состав полимербетона, приведенный в таблице 2.

Таблица 2 - Состав полимербетона

Материал	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> полимербетона
		кг
Фурано-эпоксидная смола ФАЭД	1150	345,09
Бутовый щебень	1410	1104,29
Кварцевый песок	2600	460,12
Кварцевая мука	1460	230,06
Стальная анкерная фибра	7800	115,03

- Натуральный наполнитель, крупная фракция – бутовый щебень (ГОСТ 8267 и ГОСТ 10260, фракция 1,6...2,4 мм.). Процентное содержание базового наполнителя - 48%

- Среднефракционный наполнитель - кварцевый песок (ГОСТ 8736, фракция 0,5...1,3 мм.) – 20%;

- Мелкофракционный наполнитель – кварцевая мука (ГОСТ 8736). Содержание - 10%.

- Связующий компонент – фурано-эпоксидная смола ФАЭД (ТУ 59-02-039.13-78)– 15%..

- Отвердитель - полиэтиленполиамин ПЭПА (ТУ 6-02-594-80Е)– не более 1%.

- Стальная анкерная фибра – 5%

Расчетная средняя плотность полимербетона – 2300,62 кг/м<sup>3</sup>.

Гелькоут – это защитно-декоративный слой, обладающий улучшенными физико-механическими свойствами, повышенной стойкостью к ультрафиолету, влаге и другим внешним воздействиям.

Принимается состав гелькоута, приведенный в таблице 3.

Таблица 3 - Состав гелькоута

Материал	ρ, кг/м <sup>3</sup>	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> гелькоута	
		кг	м <sup>3</sup>
полиэфирная смола ПН-1	1150	959,43	0,83429
гипериз (гидроперекись изопропилбензола)	920	28,78	0,03128
10%-й раствор нафтената кобальта в стироле	950	76,71	0,08075
пигмент	1250	67,16	0,05373

Расчетная средняя плотность гелькоута – 1132,08 кг/м<sup>3</sup>.

Расход гелькоута на одно изделие составляет 5-10 % от количества полимербетона.

2.5.2 Режим работы цеха. Режим работы характеризуется числом рабочих дней в году, смен в сутках, часов в смене.

При выборе режима работы учитывается характер работы основного технологического оборудования, т.е. возможность его остановок, а также резерв времени для текущего и планово-предупредительного ремонта оборудования.

Принимается режим работы цеха, приведенный в таблице 7.



Таблица 4 - Режим работы цеха

Количество рабочих дней в году	365
Продолжительность рабочей недели, сут	5
Номинальное количество рабочих суток в году	260
Длительность плановых остановок технологических линий на ремонт, сут	12
Количество рабочих смен в сутки	1
Количество рабочих часов в смену	8

$$T_{\phi} = (T_H - T_p) \cdot n \cdot t \cdot k.$$

Годовой фонд рабочего времени технологического оборудования, ч:

$$T_{\phi} = (260 - 12) \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,943 = 1870,91$$

где  $T_H$  – нормативное количество рабочих суток в году, 260;  
 $T_D$  – длительность плановых остановок технологических линий на ремонт в сутках, 12;  
 $n$  – количество смен в сутки, 2;  
 $t$  – продолжительность рабочей смены в часах, 8;  
 $K_n$  – коэффициент использования оборудования, 0,943.

### 3 Проект складского хозяйства

Складское хозяйство предприятия включает комплекс складов, специализированных по видам материальных ресурсов и организованных с учетом требований по их хранению и переработке.

Складом называется производственное помещение или производственная площадь, предназначенные для временного размещения материальных ценностей.

Расчет складов сводится к определению вместимости, площади и геометрических размеров склада.

#### 3.1 Склад сырья

Склад сырья, предназначен для хранения материальных ценностей, обеспечивающих производственные нужды предприятия (товаров, не предназначенных для продажи).

Требуемая вместимость склада,  $t(m^3)$ :

$$V_c = \frac{P_{сут} \cdot Z}{K_z \cdot K_n},$$

- где  $P_{сут}$  – суточная потребность предприятия в данном виде сырья,  $t(m^3)$ ;  
 $Z$  – нормативный запас сырья, 7, сут;  
 $K_z$  – коэффициент заполнения склада, 0,9;  
 $K_n$  – коэффициент, учитывающий потери при загрузке и выгрузке, 0,9.

Для хранения песка используются металлические бункеры.

Требуемая вместимость бункера для бутового щебня:

$$V_{\text{бут.щебень}} = \frac{1,84 \cdot 7}{0,9 \cdot 0,95} = 11,46 \text{ т.}$$

Для хранения мраморной муки используются металлические силосы.

Требуемая вместимость бункера для кварцевого песка:

$$V_{\text{бут.щекварц.песок}} = \frac{0,76 \cdot 7}{0,9 \cdot 0,95} = 6,22 \text{ т.}$$

Для хранения мраморной муки используются металлические силосы.

Требуемая вместимость силоса для кварцевой муки:

$$V_{\text{кварц.мука}} = \frac{0,384 \cdot 7}{0,9 \cdot 0,95} = 3,14 \text{ т.}$$

Хранение смолы целесообразно осуществлять в специальном резервуаре.

Требуемая вместимость резервуара для хранения смолы:

$$V_{\text{смола}} = \frac{0,58 \cdot 7}{0,9 \cdot 0,95} = 4,75 \text{ т. (0,327 м}^3\text{)}$$

Стальная анкерная фибра (0,7/50) поставляется в коробках по 15 кг. Дневной расход 192 кг ( $\approx 13$  коробок).

### 3.2 Склад готовой продукции

Склад готовой продукции является уникальным подразделением, в структуре предприятия. От организации его работы напрямую зависит эффективность функционирования единой логистической схемы, объединяющей взаимозависимые процессы производства и реализации готовой продукции.

Склад готовой продукции представляет собой помещение, оборудованное подъемно-транспортными механизмами. В качестве подъемно-транспортных механизмов применяются: кран-балки и вилочные автопогрузчики.

Готовые изделия укладываются на деревянные поддоны и закрепляются специальными пластиковыми лентами. Поддоны с изделиями вывозятся из цеха на склад готовой продукции с помощью вилочного погрузчика. Поддоны устанавливаются друг на друга в 2-3 яруса.

Габаритные размеры поддона с изделиями: 1600x1200x600 мм. Объем изделий на одном поддоне: Корпуса редуктора Ц2-250 – 12 шт. 0,498 м<sup>3</sup>, Рабочее колесо насоса ПНВ2 – 1,08 м<sup>3</sup>, промежуточный фонарь консольного насоса–0,864 м<sup>3</sup>.

Между смежными штабелями оставляют промежутки 20-40 см, чтобы избежать повреждения изделий при их укладке или подъеме. Штабеля разделяют проходами шириной 70-100 см в продольном направлении, через каждые 2-3 метра, а в поперечном не реже чем через 15 м.

Площадь склада готовой продукции, м<sup>2</sup>:

$$A = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot T_{\text{хр}}}{V_{\text{н}}} \cdot \frac{S_{\text{п}}}{n_{\text{яр}}} \cdot K_1 \cdot K_2;$$

где  $Q_{\text{сут}}$  – объем изделий, поступающих на склад в сутки, м<sup>3</sup>;

- $T_{\text{хр}}$  – запас готовых изделий на складе;  $T_{\text{хр}} = 10$  сут;  
 $V_{\text{Н}}$  – объем изделий ( $\text{м}^3$ ), находящихся на 1 поддоне;  
 $S_{\text{П}}$  – площадь, занимаемая одним поддоном,  $\text{м}^2$ ;  
 $n_{\text{яр}}$  – количество ярусов;  
 $K_1$  – коэффициент, учитывающий площадь на проходы и проезды;  
 $K_{2_1}$  – коэффициент, учитывающий увеличение площади склада при применении кранов;

$$A_{\text{корп.ред}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot T_{\text{хр}}}{V_{\text{Н}}} \cdot \frac{S_{\text{П}}}{n_{\text{яр}}} \cdot K_1 \cdot k_2 = \frac{1,53 \cdot 10}{0,498} \cdot \frac{1,92}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 44,24 \text{ м}^3;$$

$$A_{\text{ра.кол}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot T_{\text{хр}}}{V_{\text{Н}}} \cdot \frac{S_{\text{П}}}{n_{\text{яр}}} \cdot K_1 \cdot k_2 = \frac{1,53 \cdot 10}{1,08} \cdot \frac{1,92}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 20,4 \text{ м}^3;$$

$$A_{\text{пром.фон}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot T_{\text{хр}}}{V_{\text{Н}}} \cdot \frac{S_{\text{П}}}{n_{\text{яр}}} \cdot K_1 \cdot k_2 = \frac{0,76 \cdot 10}{0,864} \cdot \frac{1,92}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 12,6 \text{ м}^3.$$

Длина склада принимается 24 м, ширина – 18 м. Фактическая площадь склада,  $\text{м}^2$ :

$$A_{\text{ф}} = L \cdot B,$$

где  $L$  – фактическая длина склада, м;  
 $B$  – фактическая ширина склада, м;

$$A_{\text{ф}} = 24 \cdot 18 = 432 \text{ м}^2.$$

## 4 Проект бетоносмесительного узла

Требуемая часовая производительность БСУ, м<sup>3</sup>:

$$P_{\text{БСУ}} = P_{\text{БСУ}}^1 \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где  $P_{\text{БСУ}}^1$  – часовая производительность БСУ по результатам расчета, м<sup>3</sup>;

$K_1$  – коэффициент резерва производства, 1,25;

$K_2$  – коэффициент неравномерности выдачи и потребления бетонной смеси, 1,25.

$$P_{\text{БСУ}} = 0,1 \cdot 1,2 \cdot 1,25 = 0,15 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Смешивание компонентов полимербетона осуществляется в смесителе.

### 4.1 Расчет и выбор основного технологического оборудования

4.1.1 Формы. В проектируемом цехе изготавливаются подоконные доски (ПД-1, ПД-2, ПД-3). Геометрические размеры изделий приведены в таблице 9.

Таблица 5 - Размеры изделий

Марка изделия	Габаритные размеры, мм		
	L	B	H
Корпус редуктора Ц2-250	515	260	310
Рабочее колесо насоса ПНВ-2	Ø300	60	
Промежуточный фонарь консольного насоса	Ø600	300	

Принимается три вида форм (рис. 5-7).





Рисунок 5 – Форма для корпуса редуктора Ц2-250



Рисунок 6 - Форма рабочего колеса насоса ПНВ2



Рисунок 7 - Форма для промежуточного фонаря консольного насоса

Габаритные размеры форм приведены в таблице 10.

Таблица 6 - Размеры форм

Марка изделия	Габаритные размеры, мм		
	L	B	H
Корпус редуктора Ц2-250	600	400	310
Рабочее колесо насоса ПНВ-2	Ø400		200
Промежуточный фонарь консольного насоса	Ø700		400

4.1.2 Камера тепловой обработки. Требуемая рабочая длина камеры ТО, м:

$$L_k = L_{\phi} \cdot N_{\phi} + L_{\text{пр}} \cdot (N_{\phi} - 1).$$

где  $L_{\phi}$  – длина формы, м;

$L_{\text{пр}}$  – расстояние между формами в камере, м;

$N_{\phi}$  – число форм, находящихся в камере ТО, шт;

$$L_k = 0,6 \cdot 4 + 0,2(4 - 1) = 3,0 \text{ м.}$$

Требуемая ширина щелевой камеры, м:

$$B_k = B_{\phi} + 2 \cdot B_{\text{пр}} + 2 \cdot \delta_c.$$

где  $B_{\phi}$  – ширина формы, м;

$B_{\text{пр}}$  – расстояние между формой и внутренней стенкой камеры, м;

$\delta_c$  – толщина наружной стенки камеры, м;

$$B_k = 0,5 + 2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 = 0,9 \text{ м.}$$

4.1.3 Контроль качества. Предприятие осуществляет входной контроль, пооперационный, а также контроль качества готовой продукции.

Таблица 7 - Контроль производства и качества продукции

№	Наименование операции	Место контроля	Состав контроля	Методы и средства контроля	Периодичность, кто проводит
1	2	3	4	5	6
Входной контроль					
1	Прием смолы	склад сырья	внешний вид, марка, наличие сертификата, время желатинизации, вязкость, плотность, содержание стирола	хим. анализ, испытание образцов; ГОСТ 22952-88, ГОСТ 8420-74, ГОСТ 22181-76, ГОСТ 18329-73, ГОСТ 13549-78	каждая партия; отдел снабжения, лаборатория

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6
2	Прием заполнителей и наполните лей	склад сырья	внешний вид, наличие сертификата, влажность, зерновой состав, плотность, прочность	рассев на ст. ситах, взвешивание , определение объема	каждая партия; отдел снабжения, лаборатория
3	Прием отвердителя, ускорителя, пигмента	склад сырья	внешний вид, марка, наличие сертификатов , хим состав	хим. анализ, взвешивание , определение объема	каждая партия; отдел снабжения, лаборатория
Пооперационный контроль					
1	Сушка заполнителя и наполнителя	сушильное отделение	влажность	ГОСТ 23409- 78	после каждого запуска, лаборатория
2	Дозирование компонентов гелькоута	участок приготовле ния гелькоута	масса/объем компонентов	весы	один раз в смену, работники цеха
3	Дозирование компонентов полимербето на	шнек- дозатор, дозаторы жидких компоненто в, литьевая машина	масса/объем компонентов	весы, секундомер	один раз в смену, работники цеха
4	Смешивание компонентов	уч-к приготовле ния гелькоута, лит.маш.	внешний вид, вязкость смеси, консистенция	визуальный осмотр, отбор проб	один раз в смену, работники цеха
5	Нанесение гелькоута	участок нанесения гелькоута	равномерност ь нанесения, количество, толщина слоя	визуальный осмотр, измерение толщины слоя	один раз в смену, работники цеха



1	2	3	4	5	6
6	Заливка полимербетонной композиции	литьевая машина	отсутствие воздушных включений, равномерность заливки, количество полимербетонной композиции	визуальный осмотр, измерение толщины слоя	один раз в смену, работники цеха
7	Тепловая обработка изделий (твердение)	камера полимеризации	температура, время нахождения изделий в камере, скорость движения	визуальный осмотр, термометр, секундомер	один раз в смену, работники цеха
<b>Выходной контроль</b>					
1	Приемка готовых изделий	склад готовой продукции	наличие раковин, сколов, трещин, наплывов и выемок; отклонения линейных размеров; слой гелькоута; прочность; упаковка и маркировка изделий	визуальный осмотр, обмер измерительными инструментами, испытания	ОТК, лаборатория

## 5 Технико-экономические расчёты и основные показатели

### 5.1 Расчёт потребности в энергоресурсах

Для определения расхода электроэнергии используем технические характеристики основного и транспортного оборудования.

Для каждого вида оборудования определяем коэффициент загрузки, который отражает использование мощности двигателя, установленного при данном оборудовании в зависимости от степени загрузки его в период работы. Если оборудование загружается полностью в соответствии с технической характеристикой, то этот коэффициент равен 1. Величину этого коэффициента определяем по формуле:

$$K_3 = \frac{P_{\phi}}{P_m} \cdot \alpha.$$

где  $P_{\phi}$ ,  $P_m$  – производительность оборудования фактическая и техническая.

$\alpha$  - коэффициент, зависящий от степени загрузки оборудования.

Коэффициент использования двигателя по времени ( $K_u$ ) отражает отношение времени фактической работы оборудования в смену к продолжительности смены.

Результаты расчёта сведены в таблице 8.

Таблица 8- Ведомость оборудования участка

Наименование оборудования	Кол-во ед-ц.	Мощность, кВт		$K_u$	$K_3$	Час.расход эл. эн. с учётом $K_u$ и $K_3$	Расход эл-эн., кВт		
		Ед-цы	общая				В смену	В сутки	В год
1.Бункер-дозатор	3	1,5	4,5	0,1	0,1	0,045	0,045	0,045	11,7
2. Силос-дозатор	1	1,2	1,2	0,1	0,1	0,012	0,012	0,012	3,12
3.Шнек Ø114мм., L=6000	3	1,1	3,3	0,2	0,2	0,132	0,132	0,132	34,32
4. Смеситель ЛС-ЦБ-10	1	0,55	0,55	0,3	0,3	0,0495	0,0495	0,0495	12,87
5.Вибростол СМЖ-539 ВИ-101Е	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,125	0,125	0,125	32,5
6. Шкаф сушильный ШС-80-01 МК СПУ	1	2,5	2,5	0,8	0,7	1,4	1,4	1,4	364
Всего									458,51

## 5.2 Оборудования участка

### 1 Бункер-дозатор



Рисунок 8 – Бункер(силос) – дозатор БСП-5

3Шнек Ø114мм., L=6000



Рисунок 9 - Шнек

Привод: мотор-редуктор "SIEMENS" (Германия). Мощность привода N=1,1 кВт, n=150 об/мин

#### 4 Смеситель ЛС-ЦБ-10



Рисунок 10 – Смеситель

Смеситель принудительного действия лабораторный для цементно бетонных смесей, предназначен для приготовления смесей в количествах, необходимых для изготовления лабораторных образцов. Форма смесительной емкости и лопастей рассчитаны так, что обеспечивают качественное перемешивание за минимальное время. Плавающие лопасти исключают заклинивание и дробление каменной фракции при перемешивании, обеспечивают работоспособность при значительном (до 10 мм) их износе. Конструкция обеспечивает хороший доступ к деталям, требующим периодической очистки от налипающих частиц, простоту замены изнашиваемых элементов — лопастей и емкости.

Таблица 9 - Техническая характеристика

Параметр	Значение
Объем перемешиваемой смеси	до 13 л
Мощность привода перемешивания	0,55 кВт
Время перемешивания	15...60 сек
Масса	60 кг
Габариты в плане	600 x 800 мм
Высота	1050 мм

*5 Вибростол СМЖ-539 ВИ-101Е*



Рисунок 11 – Вибростол СМЖ-539 ВИ-101Е

Таблица 10 – Техническая характеристика вибростола

Масса, кг, не более	100
Мощность, кВт	0.5
Грузоподъемность, кг	до 100
Частота тока, Гц	50
Колебания	Вертикально- направленные
Рабочее напряжение, В	220
Крепления форм на столе	Механическое - прижимной планкой
Габариты размеры, мм	580x400x580

## *6Сушильное оборудование*



Рисунок 12 - Сушилка промышленная ленточная



Рисунок 13 - Шкаф сушильный ШС-80-01 МК СПУ

### **5.3 Штатная ведомость участка**

Штатная ведомость участка включает явочный состав производственных рабочих и участковый персонал.

Штатная ведомость цеха представлена в таблице 11.

Таблица 11 - Штатная ведомость цеха

Наименование профессии	Количество рабочих				Длительность смены, ч	Кол-во чел.-час	
	1 см	2 см	3 см	Всего		В сутки	В год
Производственные рабочие.							
1. Оператор смесителя	1	-	-	1	8	8	1870
2. Оператор вибростола	1	-	-	1	8	8	1870
3. Рабочие	3	-	-	3	8	8	5610
4. Контролёр-браковщики.	1	-	-	1	8	8	1870
Итого:	6			6			
Всего							9350
Цеховой персонал.							
1. Начальник участка	1	-	-	1	8	8	1870
2. Уборщица.	1	-	-	1	8	8	1870
Итого:							
Всего							3740

*Технико-экономические показатели работы цеха*

Трудоёмкость производство единицы продукции определяется по формуле:

$$T_p = \frac{З}{П} = \frac{13090}{2300} = 5,69 \text{ чел} - \frac{\text{ч}}{\text{м}^3},$$

где, З – годовой объём чел.·час отработанных производственными рабочими, 14960 ч.

П – производительность участка, 2300м<sup>3</sup> (1000 т).

Производительность труда определяется по формуле:

$$V_{\text{ч}} = \frac{П_{\text{г}}}{К} = \frac{2300}{8} = 287,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$$

где, П<sub>г</sub> – годовая производительность цеха, 2300 м<sup>3</sup>.

К – количество производственных рабочих, 8.

Удельный расход электроэнергии определяется по формуле:

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{\sum \mathcal{E}}{P_r} = \frac{458}{2300} = 0,2 \text{ кВт/м}^3.$$

Энерговооруженность определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_{\text{общ}}}{n} = \frac{458}{8} = 57,25 \text{ кВт/чел.}$$

где, n – число производственных рабочих, 8.

Все показатели сведены в таблице 12.

Таблица 12. Техничко-экономические показатели цеха

Наименование показателей	Ед-цы измерения	Количество единиц измерения
1. Трудоёмкость выработки единицы продукции.	чел-ч/м <sup>3</sup>	5,69
2. Производительность труда.	м <sup>3</sup> /чел	287,5
3. Удельный расход эл. энергии.	кВт /м <sup>3</sup>	0,2
4. Энерговооруженность.	кВт/чел.	57,25
5. Производительность.	м <sup>3</sup> /г	2300

#### 5.4 Компоновка участка под литье корпусов редукторов из фибробетонов

Самую высокую производительность обеспечивают конвейерные технологические линии, которые могут быть укомплектованы по разным принципам.

Этапы технологического процесса:

- подготовка инертных материалов на месте (сушка, фракционирование, смешение);
- применение инертных готовых материалов;
- смеситель порционный с вакуумированием (без вакуумирования) или смеситель непрерывного действия;
- формование изделия с последующей его виброобработкой (без виброобработки), и прессованием;
- передвижение формованных изделий по конвейеру или на мобильных тележках;
- механическая расформовка изделий.



Ниже рассматривается предлагаемая технологическая линия, где подготовка инертных материалов (фракционирование, предварительное смешивание) производится на месте.

В отделении подготовки инертных материалов сухие минеральные наполнители в контейнерах (1) и элеватором (2) подаются на фракционирование (3). По наклонным желобам (4) нужные фракции направляются в бункера (5). Элеваторами (6) и (7) бункера заполняются порошковым минеральным наполнителем. Все бункера оснащены дозаторами непрерывного действия (8), которые, в соответствии с программой, автоматически дозируют нужное количество требуемых фракций наполнителей. По непрерывно движущемуся транспортеру (9) отдозированные фракции подаются в приемный бункер элеватора (10), а затем загружаются в непрерывно действующий смеситель (11). Хорошо перемешанную смесь через расходный бункер (12) по наклонному шнеку (13) подают в расходный бункер наполнителей (14) смесителя.

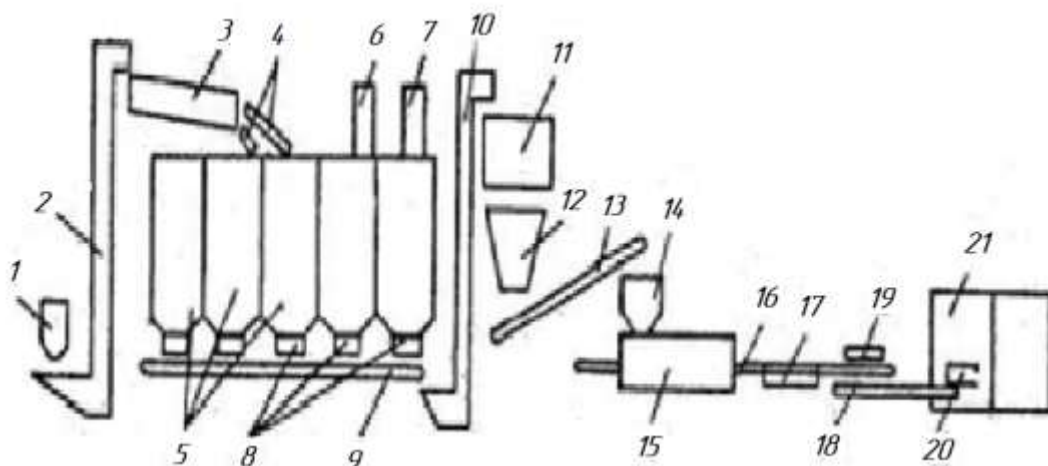


Рисунок 14 – Технологическая схема

Работа отделения подготовки инертных материалов регулируется автоматически по показаниям верхнего и нижнего уровнемеров.

Отделение приготовления полимербетона и формования изделий полностью автоматизировано. В качестве смесителя применяется смесительно-разливочный агрегат полимербетонной смеси. Производительность смесителя 6...200 кг/мин., исходя из типа выпускаемой продукции. В соответствии с программой, установленной на пульте управления, наполнители, смолу, подогретую до температуры 50°C, ускоритель, отвердитель и очистительную жидкость дозируют из отдельных хранилищ по индивидуальным трубопроводам в смеситель (11), где их перемешивают в течение 1..2 мин. Готовая масса до выхода из смесителя и немедленно вытекает из смесителя в заранее подготовленные формы.

Поскольку все компоненты отделены друг от друга и взаимно не смешиваются до поступления в смеситель, в очистке нуждается только

шнек смесителя. При включении системы очистки в шнек поступает небольшое количество очистительной жидкости (0,1–0,3 л); очистка шнека длится несколько секунд.

Смесительный агрегат оснащен автоматическим контролем дозировки компонентов и очистки. После наполнения полимербетоном форма передвигается по конвейеру (16) на вибростол (17), где массу уплотняют в течение короткого времени. Далее форму подают к месту расформовки (19), где из нее извлекают отвержденное изделие. После этого проверяют чистоту формы и при необходимости очищают. Дальше по конвейеру форма поступает снова на заливку. Время движения форм по замкнутому технологическому циклу составляет 30–60 мин. в зависимости от времени отверждения применяемого состава.

Отвержденные изделия поступают по конвейеру (18) на склад, здесь их снимают укладчики (20), сушат в камерных шкафах и укладывают на стеллажи (21), где они выдерживаются не менее 3 (трех) суток при температуре 21°C.

### **5.5 Бизнес-план участка по изготовлению фиброполимербетонных деталей производительностью 1000 т/г.**

Выгодно ли заниматься этим производством и насколько быстро оно окупится?

Технология производства фиброполимербетонных материалов очень проста. Они состоят из бутового щебня, кварцевого песка, кварцевой муки, стальной анкерной фибры, фураново-эпоксидной смолы и отвердителя-соотношение между ними 48/20/10/5/15/2.

Сырье для бизнеса можно найти в свободной продаже.

В качестве наполнителя для готовой продукции используется:

- бутовый щебень. Влажность щебня должна быть не более 10%, а содержание глины Допустимая фракция – 2,2 до 2,5 мм. 1 тонны просеянного бутового щебня стоит в среднем по РК – 3300 тг./т.

- кварцевый песок. Влажность песка должна быть не более 10%. Допустимая фракция – 1,2 до 1,5 мм. 1 тонны кварцевого песка стоит в среднем по РК – 125 000 тг./т.

- кварцевая мука. Влажность муки должна быть не более 10%. Допустимая фракция – 1,2 до 1,5 мм. 1 тонны кварцевого песка стоит в среднем по РК – 130 000 тг./т.;

- фибра стальная анкерная L=25 мм, стоит в среднем по РК – 289 000 тг./т.

– фураново-эпоксидная смола - средняя стоимость по РК – 1750 тг./кг.

Основные этапы технологического процесса:

- сушка и дозировка компонентов;

- полученная масса помещается в смеситель машину, там компоненты нагреваются и перемешиваются;

- готовая масса закладывается в формы уплотняется;

- по истечении 2 ч изделия вынимаются из форм и помещаются в сушильную камеру на 8 ч.

Средняя производительность такой производственной линии составляет 9,5 м<sup>3</sup>/сутки (одна рабочая смена- 8 часов).

Для производства вам потребуется помещение площадью от 150 кв. м с приточной вентиляцией. Высота потолков – 4 м. Аренда такого помещения обойдется вам в среднем 225тыс. тг./месяц.

Расчеты на 1 м<sup>3</sup> продукции:

Фурано-эпоксидная смола ФАЭД 345,09 кг.х1750тг/кг = 603907 тг.

Бутовый щебень 1104,29 кг.х3,3 тг/кг = 3644тг.

Кварцевый песок 460,12кг.х125тг/кг = 57515 тг.

Кварцевая мука230,06кг.х130тг/кг = 6918 тг.

Стальная анкерная фибра115,03.х289,12тг/кг = 33257тг.

Зарплата – 8 человек по 160 000тг в месяц=1280000 тг.

Водоснабжение – 900 тг в месяц.

Аренда помещения – 225 000 тг в месяц.

Итого себестоимость 190 м<sup>3</sup>(в месяц) готовой продукции составит 135501690тг – 713 166 тг/м<sup>3</sup> – 310 072 тг./т.

Себестоимость 1 т. чугунного литья составляет ≈170 000 руб.х 6 =1 000020 тг.

Себестоимость фиброполимербетонного литья почти в 3-раза дешевле.

Стоимость литья зависит от количества легирующих элементов, группы отливки, методов контроля, повторяемости заказов на данную марку, геометрии отливки, расхода ХТС. Самое дешевое литье это чугун СЧ20 и сталь 35Л-I, минимальные цены на такие марки могут начинаться от 70-75 рублей без учета НДС.

В случае, если расход смеси по отношению к годной отливке превысит показатель 15:1, то стоимость отливки поднимется до 150-200 рублей без учета НДС, при среднем расходе смеси стоимость варьируется от 100 до 120 рублей без учета НДС.

Ниже приведены примерные стоимости марок сталей и чугунов при весе годной отливки 100 кг, массы смеси 800-900 кг, отливка принимается по первой группе:

- Ст. 12Х18Н9ТЛ-I от 270 рублей без НДС
- Ст. 20Х25Н19С2Л от 450 рублей без НДС
- ст. 08ГДНФЛ от 220 рублей без НДС
- ХН78Т от 1200 рублей без НДС
- 20ХМФЛ от 145 рублей без НДС
- ЧХ32 от 260 рублей без НДС
- ХН65МБТЮ от 2000 рублей без НДС

- Ст. 12Х18Н12М3ТЛ от 330 рублей без учета НДС
- Ст. 06ХН28МДТЛ от 570 рублей без НДС

Таблица 13 - Средняя стоимость оборудования производственной линии для изготовления фиброполимербетонных изделий (по разным производителям):

Наименование оборудования	Кол-во ед-ц.	Стоимость 1ед., тыс.тг	Стоимость к-та, тыс.тг
1. Бункер-дозатор	3	772.000	2 316,000
2. Силос-дозатор	1	560,000	560,000
3. Шнек Ø114мм., L=6000	3	660,870	1 982,000
4. Смеситель ЛС-ЦБ-10	1	936,940	936,940
5. Вибростол СМЖ-539 ВИ-101Е	1	257,500	257,500
6. Шкаф сушильный ШС-80-01 МК СПУ	1	505,000	505,000
Всего			6 556, 940

С расходами на транспортировку и монтаж

$$З = 6\,556,940 \text{ тыс.тг} + 600,00 \text{ тыс.тг. на транспортировку} = 7156,940 \text{ тыс.тг}$$

Следовательно, окупаемость линии при средней загрузке и работе в одну смену

$$689948000 : 7156940 = 96 \text{ рабочих дней (3,2 календарных месяца).}$$

Годовая экономическая эффективность от внедрения технологии изготовления изделий из фиброполимербетона составит:

$$E_{\phi} = D - Z \cdot K = 689948000 - 0,15 \cdot 7156940 = 68011259 \text{ тг.} \approx 68 \text{ млн. тг.}$$

где  $E_{\phi}$  – экономический эффект;

$D$  – доходы или экономия от внедрения технологии на 1000 т,

$$(C_{\text{чуг.}} - C_{\text{фиб.пол.}}) \cdot 1000 = (1\,000\,020 - 310\,072) \cdot 1000 = 689948000 \text{ тг.}$$

З – капитальные затраты, 7 156тг; 940  
К – нормативный коэффициент, 0,15

## 6 Охрана труда

Процесс изготовления полимербетонных изделий сопровождается выделением в воздух рабочей зоны токсичных паров органических веществ (стирол, ацетон, уайт-спирит, толуол) и пыли минеральных веществ (мраморная мука, кварцевый песок).

Ненасыщенные полиэфирные смолы могут представлять опасность для здоровья. Опасность определяется главным образом мономером, входящим в состав полиэфирных смол в качестве растворителя. Для большинства марок смол растворителем является стирол, который, как и все ароматические углеводороды оказывает вредное действие на нервную систему, кровь и кроветворные органы, вызывает поражение печени, раздражает слизистые оболочки. При попадании на кожу стирол может вызывать раздражение, растрескивание, сухость, дерматит. Предельно допустимая концентрация стирола в воздухе - 5 мг/м<sup>3</sup>. При длительной работе в плохо вентилируемом помещении может произойти отравление людей парами стирола. При отравлении стиролом ощущается анестетический и наркотический эффект (похоже на легкое опьянение).

Пожарная опасность и взрывоопасность полиэфирных смол в процессе их хранения и переработки определяется природой применяемого растворителя, ускорителей и инициаторов отверждения. Растворитель – стирол является высоко летучим легко воспламеняемым пожароопасным веществом. Кроме того стирол образует взрывоопасную смесь с воздухом (в диапазоне температур 29-65 °С при объемной концентрации в воздухе от 1,1 до 8,0 %). Температура вспышки немодифицированной полиэфирной смолы, содержащей стирол – 30 °С, температура самовоспламенения 490 °С.

Инициатор отверждения – гипериз (гидроперекись изопропилбензола) является взрывоопасным веществом. При контакте с минеральными кислотами, солями цветных металлов и многими другими химическими реагентами перекиси могут бурно разлагаться, воспламеняться и взрываться.

Во избежание воспламенения и взрыва инициатор отверждения запрещается хранить в непосредственной близости и смешивать с ускорителем твердения – нафтенатом кобальта.

Вследствие опасности для организма полиэфирных смол, содержащих стирол, метилметакрилат, толуол все работы должны производиться в помещениях, оборудованных вытяжной и приточной вентиляцией, обеспечивающей содержание паров этих веществ не выше предельно допустимых концентраций. При этом отсос воздуха желательно проводить из нижней части помещения.

Опасность развития профессиональных заболеваний у работающих с полиэфирными смолами, ускорителями и отвердителями может быть

сведена до минимума, если предупреждать загрязнение воздуха рабочих помещений (лабораторий) вредными веществами и исключать их попадание на кожу.

Одно из обязательных мероприятий - устройство местной вытяжной вентиляции у источников выделения вредных газов. При этом необходимо учитывать направление потока свежего воздуха: сначала он должен поступать к работающему, затем к рабочему месту, и, наконец, в вытяжную систему.

При работе с вредными веществами на свежем воздухе (на дороге) рабочие должны становиться с наветренной стороны от места производства работ.

В камерах тепловой обработки после загрузки в них полимербетонных изделий вытяжная вентиляция должна работать круглосуточно.

Рабочие, занятые на изготовлении полимербетонных изделий, должны иметь спецодежду и индивидуальные защитные средства, состоящие из прорезиненного фартука, комбинезона из плотной ткани, резиновых сапог, резиновых перчаток, фильтрующего противогаза марки "А" (для аварийных ситуаций). Для защиты рук необходимо использовать перчатки или защитные смазки на основе казеина.

Работать с инициаторами нужно в очках и перчатках. Необходимо тщательно следить за чистотой посуды и инструментов.

К ускорителю (нафтенату кобальта) относятся те же меры безопасности, что и к стирольным полиэфирным смолам т.к. он также содержит стирол в качестве растворителя.

В целях обеспечения пожарной безопасности в рабочем помещении освещение и оборудование должно быть изготовлено во взрывобезопасном исполнении, не должно быть источников воспламенения: открытого огня и искр. Рабочее помещение должно быть укомплектовано пенными и углекислотными огнетушителями, песком.

В процессе отверждения ускорители и отвердители необходимо вводить в состав полиэфирной смолы порознь, ни в коем случае не смешивая их друг с другом во избежание воспламенения и взрыва.

Складское помещение, используемое для хранения полиэфирных смол должно отвечать всем требованиям, предъявляемым к помещениям для хранения легковоспламеняемых и взрывоопасных веществ.

В целях недопущения выделения в воздух летучих растворителей, таких как стирол, толуол и др. полиэфирные смолы необходимо хранить в плотно закрытой таре. Большие емкости для хранения должны быть заземлены.

Перекисные инициаторы должны храниться в проветриваемых неотопливаемых помещениях при температуре не выше 25 °С. Не допускается хранение инициаторов при воздействии прямого солнечного

света и рядом с различными источниками тепла: обогревателями, паровыми трубами и т.д.

Ускорители хранят в условиях, аналогичных условиям хранения полиэфирных смол. При этом ускорители и инициаторы должны храниться отдельно, т.к. при их контакте (например при повреждении тары) происходит воспламенение и взрыв.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам технологического, технического и экономического анализа существующей технологии изготовления корпусных деталей из чугуна и фиброполимербетона можно сделать следующие выводы:

1. Технология может быть реализована в виде участка на действующем машиностроительном предприятии.

2. Оборудование для оснащения участка и материалы вполне доступны на рынке РК.

3. Для функционирования участка численность персонала может быть в пределах 7-8 единиц.

4. Все затраты могут окупиться в течении 3 месяцев, при этом себестоимость почти в 3-раза дешевле.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований легли в основу бизнес-проекта «Бизнес-план участка по изготовлению фиброполимербетонных деталей производительностью 1000 т/год».

## Терминыиопределения

**Композит** - твердый продукт, состоящий из двух или более отличных друг от друга по форме и/или фазовому состоянию и/или химическому составу и/или свойствам материалов, скрепленных, как правило, физической связью, и имеющих границу раздела между связующим (матрицей), армирующими материалами и наполнителями.

**Армирующий материал** - угле-, базальто-, органо-, стекломатериалы, соединенные с термореактивной смолой до начала процесса отверждения для улучшения физико-механических характеристик полимерного композита.

**Стальная фибра** – материал из низкоуглеродистой или высокоуглеродистой стали, представляющий собой волокна, полоски или отрезки проволоки длиной 30-80 мм.

**Наполнитель** - относительно инертный дисперсный (нано) материал, введенный в матрицу до начала процесса отверждения, для изменения или придания требуемых свойств композиту.

**Ламинирование** - послойное нанесение связующего и армирующего материала на твердую поверхность.

**Прессование (SMC/BMC)** - изготовление композита в закрытых формах методами силового воздействия пуансона на заготовку, помещенную в матрицу.

**Гелькоут** - особый материал, который имеет консистенцию геля.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фибробетон: технология производства и применение <https://beton-house.com> › Виды бетона › Специальные бетоны
2. Пути повышения эффективности фибробетона ...<https://research-journal.org/technical/puti-povysheniya-effektivnosti-fibrobetona/> автор: И.Н. Ширинзаде - 2017
3. Композиционные вяжущие для фибробетонов ...<https://research-journal.org/technical/kompozicionnye-vyazhushhie-dlya-fibrobetonov/>
4. Фибробетон: состав, характеристики и технология изготовления [kladembeton.ru](http://kladembeton.ru) › Виды бетона › Другие виды бетона
5. Армирующие материалы для фибробетонов | Архитектура и ...[ais.by](http://ais.by) ›
6. Исследование деформационных характеристик фибробетона со ...<https://cyberleninka.ru/.../issledovanie-deformatsionnyh-harakteristik-fibrobetona-so-s...>автор: А.П. Борисяк - 2016
7. К вопросу о деформируемости фибробетона – тема научной ...<https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-deformiruemosti-fibrobetona> автор: Э.Я Кипко - **2000**
8. Ключев С. В. Высокопрочный фибробетон для промышленного и гражданского строительства // Инженерно-строительный журнал, № 8, 2012 с. 61–66.
9. Мирошниченко К. К. Влияния технологии перемешивания и состава фибробетона на его долговечность и усадку // Современное промышленное и гражданское строительство, том 8, номер 1, 2012. С. 15–20.
10. Abdulhadi M. A comparative study of basalt and polypropylene fibers reinforced concrete on compressive and tensile behavior // International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT). 2014. Vol. 9. N6. P. 295–300.
11. Korsun, V., Vatin, N., Korsun, A., Nemova, D. Physical-mechanical properties of the modified fine-grained concrete subjected to thermal effects up to 200°C (2014) Applied Mechanics and Materials, 633–634, pp. 1013–1017.
12. Morozov, N.M., Viktorovich Borovskich, I., Khozin, V. G. Sand basalt-fiber concrete (2013) World Applied Sciences Journal, 25, (5), pp. 832–838.
13. Рабинович Ф. Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции. М., 2004. С. 560.
14. Махова М. В. Базальтоволокнистые материалы // Обзор ВНИИЭСМ. — М., 1989. 72 с.
15. Кудряков К. Л., Плевков В. С. Технология изготовления конструкционного бетона с базальтовыми волокнами // 2015
16. Elshekh A. E. A., Shafiq N., Nuruddin M. F., Fathi A. Evaluation the effectiveness of chopped basalt fiber on the properties of high strength concrete. Journal of Applied Sciences. 2014. Vol. 14. N 10. P. 1073–1077. doi: 10.3923/jas.2014.1073.1077.

17. Маилян Л. Р. Маилян А. Л. Айвазян Э. С. Конвейерная технология фибробетона с агрегированным распределением фибр и его конструктивные свойства. [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, № 3.
18. Маилян, Л.Р., Налимова, А.В., Маилян, А.Л., Айвазян, Э. С. Челночная технология изготовления фибробетона с агрегированным распределением фибр и его конструктивные свойства. [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2011, № 4.
19. ВСН 56–97. Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций. [Текст] — Москва: научно-техническое управление НИЦ «Строительство», 1997. — 174 с. ГОСТ 310.4–81.
20. Palanisamy, T., Dineshkumar, G. Performance evaluation and structural behavior of basalt fiber reinforced concrete (2014) International Journal of Earth Sciences and Engineering, 7 (2), pp. 744–749.
21. Barabanschikov Y., Belyaeva S., Avdeeva A., Perez M. Fiberglass Reinforcement For Concrete// Applied Mechanics and Materials Vols. 725–726 (2015) pp 475–480
22. Barabanschikov Y., Turkebayev A., Dalabayev A., Tleukhanov D. Influence of Synthetic Fibers Dispersed Reinforced Concrete // Applied Mechanics and Materials Vols. 725–726 (2015) pp 543–558
23. Salih, A. F. M., Shafiq, N., Nuruddin, M.F., Elheber, A., Memon, F. A. Comparison of the effects of different fibers on the properties of self-compacting concrete (2014) Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 7 (16), pp. 3332–3341.
24. Wang, J., Ma, Y., Zhang, Y., Chen, W. Experimental research and analysis on mechanical properties of chopped Basalt fiber reinforced concrete (2014) Gongcheng Lixue/Engineering Mechanics, 31 (SUPPL), pp. 99–102+114.
25. Dong, J. Mechanical properties of basalt fiber reinforced concrete at low cycle impact (2012) Applied Mechanics and Materials, 174–177, pp. 1524–1527.
26. Гуцкалов И. И., Литовченко В. В., Зулкарнеев Г. С., Медведев А. Д. Технологические приемы изготовления дисперсно-армированного мелкозернистого бетона на основе базальтовых волокон // Молодой ученый. — 2016. — №9. — С. 125-131. — URL <https://moluch.ru/archive/113/29095/> (дата обращения: 20.05.2018).
27. Отегенов М.Т., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е. Экономические аспекты изготовления фиброполимербетонных изделий как альтернатива чугунному литью. – Алматы, ВЕСТНИК КазНУ им.К.И.Сатпаева, выпуск №2, 2020.

Отегенов М.Т., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.



## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФИБРОПОЛИМЕРБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ЧУГУННОМУ ЛИТЬЮ

**Аннотация:** Статья посвящена обсуждению экономической составляющей технологии изготовления машиностроительной продукции из фиброполимербетона в сравнении с технологией литья чугуна в песчаные формы.

**Ключевые слова:** фиброполимербетон, технология, сырье, себестоимость, эффективность, эффект.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что перспективное направление в тяжелой индустрии - применение фибробетонных конструкций различного назначения.

Фибробетон, как и традиционный бетон, представляет собой композиционный материал, включающий дополнительно распределенную в объеме фибровую арматуру. Дисперсное фибровое армирование позволяет в большой степени компенсировать главные недостатки бетона - низкую прочность при растяжении и хрупкость разрушения.

Фибробетон имеет в несколько раз более высокую прочность при растяжении и на срез, ударную и усталостную прочность, трещиностойкость и вязкость разрушения, морозостойкость, водонепроницаемость, сопротивление кавитации, жаропрочность и жаростойкость. По показателю работы разрушения фибробетон может в 15-20 раз превосходить бетон. Это обеспечивает его высокую технико-экономическую эффективность при применении в строительных конструкциях и их ремонте.

Выгодно ли заниматься этим производством и насколько быстро оно окупится?

Технология производства фиброполимербетонных материалов очень проста. Они состоят из бутового щебня, кварцевого песка, кварцевой муки, стальной анкерной фибры, фураново-эпоксидной смолы и отвердителя - соотношение между ними 48/20/10/5/15/2.

Сырье для производства можно найти в свободной продаже.

В качестве наполнителя для готовой продукции используется:

- бутовый щебень. Влажность щебня должна быть не более 10%, а содержание глины Допустимая фракция – 2,2 до 2,5 мм. 1 тонны просеянного бутового щебня стоит в среднем по РК – 3300 тг./т.

- кварцевый песок. Влажность песка должна быть не более 10%. Допустимая фракция – 1,2 до 1,5 мм. 1 тонны кварцевого песка стоит в среднем по РК – 125 000 тг./т.

- кварцевая мука. Влажность муки должна быть не более 10%. Допустимая фракция – 1,2 до 1,5 мм. 1 тонны кварцевого песка стоит в среднем по РК – 130 000 тг./т.;

- фибра стальная анкерная L=25 мм, стоит в среднем по РК – 289 000 тг./т.

Связующий компонент – фураново-эпоксидная смола - средняя стоимость по РК – 1750 тг./кг.

Основные этапы технологического процесса:

- сушка и дозировка компонентов;

- полученная масса помещается в смеситель машину, там компоненты нагреваются и перемешиваются;

- готовая масса закладывается в формы и уплотняется;

- по истечении 2 ч изделия вынимаются из форм и помещаются в сушильную камеру на 8 ч.

Средняя производительность такой производственной линии может составить 9,5 м<sup>3</sup>/сутки (одна рабочая смена - 8 часов).

Для производства может потребоваться помещение площадью от 150 кв. м с приточно-вытяжной вентиляцией. Высота потолков – 4 м. Аренда такого помещения обойдется, если это частный бизнес в среднем составит 225тыс. тг./месяц.

Расчеты на 1 м<sup>3</sup> продукции:

Фурано-эпоксидная смола ФАЭД 345,09 кг.х1750тг/кг = 603907 тг.

Бутовый щебень 1104,29 кг.х3,3 тг/кг = 3644 тг.

Кварцевый песок 460,12кг.х125тг/кг = 57515 тг.

Кварцевая мука 230,06кг.х130тг/кг = 6918 тг.

Стальная анкерная фибра 115,03.х289,12тг/кг = 33257 тг.

Зарплата – 8 человек по 160 000 тг в месяц =1280000 тг.

Водоснабжение – 900 тг в месяц.

Аренда помещения – 225 000 тг в месяц.

Итого себестоимость 190 м<sup>3</sup> (в месяц) готовой продукции составит 135501690 тг – 713 166 тг/м<sup>3</sup> – 310 072 тг./т.

Усредненная себестоимость 1 т. чугуна составляет ≈170 000 руб. х 6 =1 000 020 тг.

Себестоимость фиброполимербетонного литья будет почти в 3-раза ниже.

Таблица - Средняя стоимость оборудования производственной линии для работы с фиброполимербетонным материалом (по разным производителям):

Наименование оборудования	Кол-во ед-ц.	Стоимость 1ед., тыс.тг	Стоимость к-та, тыс.тг
1.Бункер-дозатор	3	772.000	2 316,000
2. Силос-дозатор	1	560,000	560,000
3.Шнек Ø114мм., L=6000	3	660,870	1 982,000
4. Смеситель ЛС-ЦБ-10	1	936,940	936,940
5.Вибростол СМЖ-539 ВИ-101Е	1	257,500	257,500
6. Шкаф сушильный ШС-80-01 МК СПУ	1	505,000	505,000
Всего			6 556, 940

Затраты с расходами на транспортировку и монтаж

$$З = 6\,556,940 \text{ тыс.тг} + 600,00 \text{ тыс.тг. на транспортировку.} = 7\,156,940 \text{ тыс.тг}$$

Следовательно, окупаемость линии при средней загруженности и работе в одну смену

$$689\,948\,000 : 7\,156\,940 = 96 \text{ рабочих дней (3,2 календарных месяца).}$$

Годовая экономическая эффективность от внедрения технологии изготовления изделий из фиброполимербетона составит:

$$E_{\phi} = Д - З \cdot К = 689\,948\,000 - 0,15 \cdot 7\,156\,940 = 688\,874\,459 \text{ тг.} \approx 689 \text{ млн. тг.}$$

где  $E_{\phi}$  – экономический эффект;

Д – доходы или экономия от внедрения технологии на 1000 т,

$$Д = (C_{\text{чуг.}} - C_{\text{фиб.пол}}) \cdot 1000 = (1\,000\,020 - 310\,072) \cdot 1000 = 689\,948\,000 \text{ тг.}$$

З – капитальные затраты, 7 156 940 тг;

К – нормативный коэффициент, 0,15.

## ЛИТЕРАТУРА

28. Фибробетон: технология производства и применение <https://beton-house.com> › Виды бетона › Специальные бетоны
29. Пути повышения эффективности фибробетона ...<https://research-journal.org/technical/puti-povysheniya-effektivnosti-fibrobeta/> автор: И.Н. Ширинзаде - 2017
30. Фибробетон: состав, характеристики и технология изготовления [kladembeton.ru](http://kladembeton.ru) › Виды бетона › Другие виды бетона
31. Маилян Л. Р. Маилян А. Л. Айвазян Э. С. Конвейерная технология фибробетона с агрегированным распределением фибр и его конструктивные свойства. [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2013, № 3.
32. ВСН 56-97. Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций.
33. ВСН 56-97. Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций. [Текст] — Москва: научно-техническое управление НИЦ «Строительство», 1997. — 174 с. ГОСТ 310.4-81.
7. Фибробетон в Казахстане. [Satu.kz](http://Satu.kz)/Потребительские товары/
8. <https://www.pulscen.kz/price/101402-fibra>

Отегенов М.Т., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.

### ШОЙЫН ҚҰЮҒА БАЛАМА РЕТІНДЕ ФИБРОПОЛОМИРБЕТОНДЫ БҰЙЫМДАРДЫ ЖАСАУДЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

#### Түйіндеме:

Мақалаталқылау экономикалық құрамдас бөлігін дайындау технологиясының машина

жасау өнімдерін фиброполимербетона салыстырғанда технологиясына құйма шоғынды қалыптастырға.

**Түйінді сөздер:** фиброполимербетон, технология, шикізат, өзіндік құн, тиімділік, әсер.

Otegenov M. T., Beisenov B. S., Sarybaev E. E.

### ECONOMIC ASPECTS OF PRODUCTION VIBROPROKATNYH PRODUCTS AS AN ALTERNATIVE TO CAST IRON CASTING

**Abstract:** the Article is devoted to the discussion of the economic component of the technology of manufacturing engineering products from fibropolymer concrete in comparison with the technology of casting iron in sand molds.

**Keywords:** fibropolymer concrete, technology, raw materials, cost, efficiency, effect.



### **Сведения об авторах:**

ОтегеновМаксатТалгатулы, магистрант 2-го курса по специальности  
6М072400, maksat.fff@mail.ru

БейсеновБауржанСаккоулы, асс.профессор, СУ, кафедра ТМиО, 7053,  
beysenov\_1961@mail.ru.

СарыбаевЕржанЕргалыевич, лектор кафедрыТМиО, 70-53,  
sarybaev.erjan@gmail