

Оглавление

1. Введение.....	4
2. Техничко – экономическое обоснование.....	7
3. Технические требования, предъявляемые к производимой продукции.....	11
4. Характеристика сырьевых материалов и предъявляемые к ним требования.....	14
5. Расчёт материального баланса.....	19
6. Выбор метода производства. Выбор технологической схемы производства и его описание.....	23
7. Выбор технологического оборудования, их техническое описание и расчёт.....	28
8. Тепло – технический расчёт теплового оборудования. Контроль производства.....	44
9. Экологическая часть.....	76
10. Охрана труда.....	85
11. Гражданская защита.....	94
12. Автоматизация производства.....	102
13. Экономическая часть.....	115
14. Список используемой литературы.....	119

Введение

Введение

Производство стекловолокна и нитей специального назначения относится к наиболее перспективным и быстро развивающимся отраслям химической и строительной промышленности.

Интенсивный рост производства стеклянных нитей является следствием их ценных, зачастую уникальных свойств, благодаря которым они находят широкое применение во многих отраслях народного хозяйства, расширяет сферу их использования и одновременно ставит задачи разработки новых технологических процессов и создания оборудования для их производства.

Решение последней задачи идет как по пути модернизации существующих машин и аппаратов, изыскания резервов для повышения производительности, так и по пути создания их нового, высокопроизводительного оборудования.

И. А. Каримов в своем докладе отметил, что « На текущий год ставится задача обеспечить рост экономики страны на 8 процентов, прежде всего за счет дальнейшего роста промышленности на 8,4 процента, роста инвестиций в основной капитал – на 11 процентов, сферы услуг – почти на 16 процентов и доведение ее доли в ВВП до 53 процентов.

Основным источником достижения поставленных целей должно стать опережающее развитие высокотехнологичных отраслей промышленности, обеспечивающих прирост продукции с высокой добавленной стоимостью, таких как химическая, промышленность строительных материалов и другие.

Модернизация и строительства новых мощностей по производству строительных материалов обеспечит дальнейшему развитию нашей страны.

К сожалению на сегодняшний день в нашей республике отсутствует производство по выпуску стекловолокна. В связи с чем, данная выпускная работа направлена на разработку нового состава стекловолокна (базальтового волокна) на основе местного сырья и теплотехническому расчету ванной печи.

В каждой технологии производства особую роль играет первичная подготовка и обработка сырья для производства продукции. В качественном производстве непрерывного базальтового волокна огромную роль имеют однородность шихты.

Постановка такой задачи вызвана необходимостью создания промышленных, новых заводов для производства стекловолкна и нитей специального назначения.

Технико – экономическое обоснование

Технико – экономическое обоснование

Современный уровень развития техники вызывает необходимость создания новых материалов, обладающих особыми, не присущими природным материалам свойствами. К таким новым синтетическим материалам относятся стеклянные волокна (стекловолокно). Стекловолокно обладает ценными свойствами: негорючестью, стойкостью к коррозии и биовоздействию, достаточно высокой прочностью и сравнительно малой плотностью в сочетании с прекрасными оптическими, электро-, тепло-, звукоизоляционными свойствами. Оно находит все большее применение в различных отраслях промышленности.

В наибольших объемах стекловолокно используется при производстве изоляционных материалов, которые обеспечивают надежную защиту людей и оборудования при длительном воздействии высоких температур (длительно – до 700⁰С, кратковременно – до 900⁰С) и вибрации в течение всего срока эксплуатации. Применение стекловолокнистой электроизоляции дает возможность повысить срок службы двигателей в 5-6 раз, уменьшить габариты машин на 25-40% и сократить расход цветных металлов.

Фильтровальные ткани из стекловолокна широко применяются для фильтрации промышленных и топочных газов при температуре 350⁰С и выше; для очистки воздуха и паров от пыли, золы и сажи; для фильтрации расплавов легкоплавких металлов (олова, цинка, алюминия) и их сплавов от шлаковых включений; в приборах для определения задымленности воздуха.

Из стекловолокна изготавливают дорожные сетки для укрепления дорог, конструкционные сетки для укрепления фасадов и внутренней отделки зданий. Стекловолокно применяется для армирования бетонных конструкций, при строительстве современных мостов, береговых сооружений и платформ нефтедобычи.

Композиционные материалы на основе стекловолокна используются при производстве стеклопластика, который может применяться практически во всех отраслях машиностроения:

в авиакосмической технике – для изготовления радиопрозрачных обтекателей, лопастей несущих и хвостовых винтов вертолетов, внутренних панелей и перегородок, топливных баков, фюзеляжей и т.д.;

в транспортном машиностроении – для изготовления кузовных деталей легковых, грузовых автомобилей и тракторов, корпусов рефрижераторов, цистерн, элементов вагонов (крыши, сиденья, рамы, перегородки), обтекателей для мотоциклов и снегоходов;

в станкостроении – для изготовления силовых деталей и конструкций, инструмента и оснастки (кондукторы для сверления, пресс-формы и оснастка);

в судостроении – для изготовления корпусов и палубных надстроек лодок, катеров, спасательных шлюпок, средних и мелких речных и морских судов, спортивных лодок;

в электро- и вычислительной технике – для изготовления корпусов и плат;

- в строительстве – для изготовления облицовочных стеновых и потолочных панелей, несущих конструкций, бассейнов для плавания, оранжерей, хранилищ, силовых профилей пешеходных мостов и настилов.

Мировой рынок композиционных материалов в настоящий момент оценивается в €26-28 млрд.

Рост применения композиционных материалов обгоняет алюминий, пластмассы и сталь (особенно в аэрокосмической, автомобильной и спортивной промышленности). 95% композиционных материалов производится и применяется в Северной Америке, Еврпублике опе и Азии. В США, потребляющих более 30% от мирового рынка, объем потребления стекловолокна в 2013 г., по оценке экспертов, составлял \$7 млрд.

К сожалению на сегодняшний день из-за отсутствия предприятия по производству стекловолокна в нашей Республике, эти материалы завозятся из-за границы.

Учитывая, мировой рынок производства по стекловолокну , отсутствия производства в нашей Республике Узбекистан и технические характеристики, позволяющие композиционным материалам конкурировать с традиционными, и продолжительный растущий тренд цен на энергоносители, а, соответственно, и на металлы, можно, уверенно сказать, что с экономической точки зрения создания нового производства по стекловолокну является целесообразным и актуальным.

Технические требования,
предъявляемые к
производимой продукции

Технические требования, предъявляемые к производимой продукции.

Характеристики нитей из базальтовых волокон

таблица 1

Плотность	2600-2800 кг/м ³
Модуль упругости	9100-11000 кг/мм ²
Остаточная прочность при растяжении при 20 °С	100 кг/мм ²
Химическая устойчивость (потеря в весе после 3 ч кипячения)	
в Н ₂ О	1,6 г
в 2h NaOH	2,75 г
в 2h HCl	2,2 г
Удельное объемное электрическое сопротивление	1'1012 (Ом×м)
Нормальный коэффициент звукопоглощения	0,9-0,99

Таблица 2

Технические требования к ровингам из базальтовых комплексных нитей

(ТУ 5952-030-00204949-95)

Удельная разрывная нагрузка, мН текс (гс/текс), не менее для ровинга с диаметром элементарного волокна	
9 мкм	320 (32)
12 мкм	250 (25)
Допускаемое отклонение по линейной плотности, % (среднее значение, отнесенное к номинальному)	+15
Влажность, %, не более	1,0
Содержание веществ, удаляемых при прокаливании, %:	
замашиватель «парафиновая эмульсия»	1,1-1,9
замашиватель «4Э», не менее	0,5
Масса упаковки	по согласованию с потребителем

Требования к рубленому базальтовому волокну (фибре).

Настоящие требования распространяются на рубленое базальтовое волокно из стекол различных составов, в том числе из базальта, представляющее собой смесь коротких отрезков комплексных нитей, получающихся при рубке нитей с бобин.

Пример условного обозначения продукции:

БС10-6р-76, где Б - означает, что волокно выработано из базальта, С - непрерывная элементарная нить, 10 - номинальный диаметр элементарной нити в мкм, 6 - длина отрезка волокон, р - рубленая нить, 76 - индекс замасливателя.

Для производства рубленого волокна применяются комплексные нити номинальной линейной плотностью 54, 120, 240 и выше текс, вырабатываемые на различных видах замасливателей, в зависимости от дальнейшего назначения.

По физико-механическим показателям рубленое волокно должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 3

Физико-механические показатели

Таблица 3

Наименование технологических показателей	Значения показателей с допустимыми отклонениями
Диаметр элементарного волокна, мкм	8-17 +/-1
Длина отрезка, мм	5-15 +/-0,5
Тип замасливателя	по согласованию
Массовая доля веществ, удаляемых при прокаливании, %	0,27-0,5
Влажность, %, не более	5
Непроруб массы партии, %, не более	5
Плотность, г/см ³	2,8
Водопоглощение за 24 ч, %	0,2

Характеристика сырьевых
материалов и
предъявляемые к ним
требования

Характеристика сырьевых материалов и предъявляемые к ним требования.

Сырьевые материалы, используемые в стекольной промышленности подразделяют на основные и вспомогательные. Основными сырьевыми материалами являются стеклообразующие материалы; вспомогательным – материалы, применяемые для осветления, обесцвечивания, окрашивания стекла и регулирования режима варки.

К основным материалам относятся кварцевый песок, борный ангидрид, сода, сульфат натрия, поташ, известняк, доломит, магнезит, глинозем, окислы свинца и др.

При производстве стекловолокна к сырьевым материалам предъявляют следующие требования, которые показаны в табл.5.

Характеристика исходного сырья

Таблица 5

Наименование сырья и материалов	Государственный стандарт	Показатели обязательные для проверки	Регламентируемые показатели с допустимыми отклонениями
Песок кварцевый Майского месторождения	ГОСТ 22551-77	Содержание SiO_2	Не менее 93%
Сода кальцинированная Конградского месторождения	ГОСТ 5100-85	Na_2CO_3	Не менее 97%
Поташ Дехканабадский	ГОСТ	K_2CO_3	Не менее 97%
Известняк Самаркадского месторождения	ГОСТ	CaCO_3	Не менее 99%
Базальт		Fe_2O_3	Не менее 10%

Для производства стекла, преобладающим компонентом является кварцевый песок. В выпускной работе выбрали кварцевый песок Майского месторождения, который расположен в ташкентской области и по химическому составу соответствует требованию ГОСТА к сырью для производства стекловолокна.

Соду для производства стекловолокна Na_2CO_3 природную или искусственную применяют для введения в стекломассу окиси натрия. В основном используют кальцинированную (безводную) соду. Содержание окиси натрия в стекле ускоряет стеклообразование. Нами выбрана сода Кунградского содового завода, которая полностью отвечает требованию ГОСТА к сырью.

Одним из основных сырьевых материалов является в нашем случае, помимо кварцевого песка является базальт. В Узбекистане с геологической точки зрения имеются множества месторождения базальтовых пород. Учитывая требования к сырью и свойствам стекловолокна мы выбрали горную породу габбро Акчинского месторождения расположенного в Ташкентской области.

Базальты – основные каменные породы вулканического происхождения. Они практически повсеместно распространены в земной коре. Минеральный состав горных пород зависит от химического состава магмы и от условий ее кристаллизации.

Характеристики основных минералов, которые входят в состав горных пород, используемых в настоящее время для производства базальтовых непрерывных волокон, следующие:

Оливин, структурная формула минерала $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$, катионы Mg^{+2} и Fe^{+2} изоморфно замещают друг друга. Температура плавления падает (1205 °С Fe_2SiO_4 , фаялит) с увеличением содержания FeO в оливине. Кристаллическая решетка форстерита Mg_2SiO_4 является типичным представителем островных структур с изолированными тетраэдрами $[\text{SiO}_4]$.

Кроме группы $[\text{SiO}_4]^{4-}$ в цепочных силикатах присутствуют анионы $[\text{AlO}_4]^{5-}$.

Пироксен, структурная формула – $\text{R}_x[\text{Si}_2\text{O}_6]$, где R- Mg, Fe, Ca, Al, Na. Анион представляется следующей формулой – $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$. Возможно изоморфное замещение кремния на алюминий, с образованием $[\text{AlO}_4]^{5-}$. Пироксены в базальтовых породах обычно представлены следующими минералами: авгит – $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$, энстатит – $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$, гиперстен – $(\text{Fe}, \text{Mg})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$. Температура плавления пироксенов колеблется в пределах 1540-1550°C в составах богатых $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$, до 1300-1315°C в составах с высоким содержанием $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$.

Плагиоклазы представляют собой изоморфный ряд альбита и анортита. Альбит - $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$, температура плавления – 1100-1250 °С.; анортит – $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, температура плавления – 1550 °С. Альбит и анортит являются конечными соединениями ряда плагиоклазов, образующих непрерывный ряд твердых растворов. Структура решетки состоит из тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$ и $[\text{AlO}_4]^{5-}$ с катионами кальция и натрия в промежутках. Тетраэдры $[\text{AlO}_4]^{5-}$ способны образовывать полимеризованные структуры только совместно с тетраэдрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$, причём алюмоокислородные тетраэдры в этих структурах являются слабыми звеньями.

Волокна, полученные из природного минерала и искусственной смеси того же состава, демонстрируют разные физико-механические свойства. Возможно, при плавлении базальта образуется жидкость с расположением частиц близким исходному кристаллическому образцу, которое сохраняется и при образовании стекловолокна.

Поташ K_2CO_3 используют для введения в стекло окиси калия, которая улучшает оптические свойства стекла, придает ему повышенный блеск, прозрачность и чистоту. Поташ получают из золы подсолнечника, свеклы и соломы, а также из минералов сильвинита и карналлита.

Известняк, реже **мел** и **мрамор** обогащают стекло окисью кальция, которая повышает его химическую стойкость, способствует осветлению и ускоряет варку. Для производства столовой посуды допускаются известняки содержанием окиси железа не более 0,03%.

Нами использован мел Самаркандского месторождения.

Осветлителями являются аммонийные соли NH_4NO_3 , NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и их смеси, калиевая и натриевая селитра, трехокись мышьяка, карбонаты щелочных и щелочноземельных элементов, сульфат натрия, фтористые соединения. Они способствуют освобождению стекломассы от пузырей, т. е. ее осветлению. В процессе варки осветлители разлагаются с выделением газа; происходит соединение мелких пузырей в крупные, которые удаляются из стекломассы.

Ускорители варки снижают вязкость стекломассы, при нагревании выделяют пары воды и другие летучие соединения, тем самым способствуя стеклообразованию. Ускорителем варки выбрали сульфат натрия.

Расчёт материального баланса

Расчёт материального баланса.

Расчёт материального баланса стекловолокна производился на основе химического состава стекловолокна (табл.6).

Химический состав стекловолокна табл. 6

Состав масс %	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
Базальтовое стекловолокно	48	10,57	0,66	15,37	9,32	8,31	3,74	4,03

По данным табл. 6 расчет состава стекловолокна велся на основе местного сырья. Был выбран горная порода габбро (месторождения Акча), кварцевый песок майского месторождения, алюмосодержащие отход от Шуртанского ГХК, Кунградский кальцинированная сода, поташ и Самаркандский известняк.

Химический состав сырья Таблица 7

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	П.П.П
Горная порода габбро мест. Акча	47,15	14,35	0,8	10,6	9,9	11,11	0,9	1,45	3,74
Кварц песок Майского месторож.	94,2	0,18	0,06	2,79	0,39	0,20	1,2	0,2	0,78
Отход от Шуртан ГХК	6	1,6	0,85	85,28	1,23	2,72	0,17	0,6	1,55
Кальцинир. сода								57,2	42,8
Поташ						65,74			34,26
Известняк					53,95				46,05

Расчет сырьевого состава стекловолокна

Расчет по химическому составу горной породы гоббро месторождения Акча

Fe_2O_3 14,35 – 100	CaO 72,47 – x = 7,17
10,4 – x = 72,47	100 – 9,9
SiO_2 72,47 – x = 34,17	MgO 72,47 – x = 8,05
100 – 47,15	100 – 11,11
TiO_2 72,47 – x = 0,58	K_2O 72,47 – x = 0,65
100 – 0,8	100 – 0,9
Al_2O_3 72,47 – x = 7,68	Na_2O 72,47 – x = 1,05
100 – 10,6	100 – 1,45

Расчет по отходу от ГХК Шуртан. Пересчет оксида алюминия (Al_2O_3)

$\text{Al}_2\text{O}_3 = 15 - 7,68 = 7,32$	
Al_2O_3 7,3 – x = 8,56	Na_2O 72,47 – x = 1,05
85,2 – 100	100 – 1,45
Fe_2O_3 8,56 – x = 0,14	CaO 8,56 – x = 0,1
100 – 1,6	100 – 1,23
SiO_2 8,56 – x = 0,51	MgO 8,56 – x = 0,23
100 – 6	100 – 2,72
TiO_2 8,56 – x = 0,073	K_2O 8,56 – x = 0,015
100 – 0,85	100 – 0,17

Расчет по кварц песку. Пересчет оксида кремния (SiO_2)

$\text{SiO}_2 = 48 - 34,17 - 0,51 = 13,32$	
SiO_2 13,32 – x = 14,14	MgO 14,14 – x = 0,03
94,2 – 100	100 – 0,2
Fe_2O_3 14,14 – x = 0,025	CaO 14,14 – x = 0,05
100 – 0,18	100 – 0,39
TiO_2 14,14 – x = 0,008	K_2O 14,14 – x = 0,17
100 – 0,06	100 – 1,2
Al_2O_3 14,14 – x = 0,39	Na_2O 14,14 – x = 0,03
100 – 2,79	100 – 0,2

Расчет по кальцинированной соды. Пересчет оксида натрия (Na_2O).

$$\text{Na}_2\text{O} = 4,03 - 1,05 - 0,05 - 0,03 = 2,9$$

$$\text{Na}_2\text{O} \quad 2,9 - x = 5,07$$

$$57,2 - 100$$

Расчет по известняку. Пересчет оксида кальция (CaO).

$$\text{CaO} = 9,32 - 7,17 - 0,1 - 0,05 = 2$$

$$\text{CaO} \quad 2 - x = 3,70$$

$$53,95 - 100$$

Состав стекловолокна

Таблица 8

Наименование сырья	Общий	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	П.П.П
Горная порода габбро мест. Акча	72,47	34,17	10,4	0,58	7,68	7,17	8,05	0,65	0,58	2,72
Кварц песок. Майского местрж.	14,14	13,32	0,025	0,008	0,39	0,05	0,03	0,17	0,03	0,117
Отход от ГХК Шуртан	8,56	0,51	0,14	0,013	7,3	0,1	0,23	0,015	0,05	0,142
Кальцинир. сода	5,07								2,9	2,17
Поташ	4,468							2,904		1,564
Известняк	3,7					2				1,7
Итого	108,408	48	10,57	0,661	15,37	9,32	8,31	3,739	4,03	8,408
Состав стекла	100	48	10,57	0,66	15,37	9,32	8,31	3,74	4,03	
Отклонение		0	0	0,001	0	0	0	0,001	0	

По итогом расчета для производства 100 т стекловолокна нужна:

Горная порода габбро (месторождения Акча) – 72,47 т

Кварцевый песок майского месторождения – 14,14 т

Алюмосодержащие отход от ГХК Шуртан – 8,56 т

Кунгиратский кальцинированный сода – 5,07 т

Поташ – 4,468 т

Самаркандский известняк – 3,7 т

Выбор метода
производства. Выбор
технологической схемы
производства и его
описание

Выбор метода производства выбор технологической схемы производства и его описание

Стекловолокно (стеклянное волокно) – искусственное волокно, формируемое из расплава неорганического стекла. Различают непрерывное стекло- волокно – комплексные стеклянные нити длиной 20 км (и более), диаметром мононитей 3-50 мкм, и штапельное стекловолокно – длиной 1-50 см, диаметром волокон 0,1-20 мкм.

Для получения качественного непрерывного волокна необходимо правильно подобрать исходное сырье, а также определить оптимальный технологический процесс варки и вытяжки.

Одним из важнейших параметров непрерывного волокна является диаметр монофиламента, уменьшение которого повышает эластичность, а, следовательно, позволяет осуществлять его текстильную переработку. В свою очередь, диаметр монофиламента зависит от рабочей температуры в питателе и скорости вытягивания волокна.

Так, например, с повышением температуры расплава в фильерном питателе от 1350 до 1400 °С диаметр волокон может измениться от 13,5 до 10,5 мкм. При изменении скорости вытягивания от 1580 до 2570 м/мин диаметр волокна может измениться от 17 до 10 мкм.

Для производства непрерывного волокна необходимо использовать сырье с малой скоростью кристаллизации, базальтовое стекло должно иметь достаточно широкий интервал выработки, то есть температурный интервал, в котором технологические свойства стекла, главным образом вязкость, имеют необходимые значения и не подвержены резким изменениям.

Стекломасса при высокой вязкости обладает повышенной сопротивляемостью при растяжении, что приводит к необходимости увеличения вытягивающего усилия и может привести к обрыву волокна.

По мере увеличения температуры расплава его вязкость понижается

и может достигнуть столь малых значений, при которых силы поверхностного натяжения способствуют формированию стекла в виде капель вместо вытягивания его в непрерывное волокно.

В интервале между этими крайними состояниями стекломассы имеется область рабочей вязкости, в пределах которой осуществляется процесс волокнообразования. Для разных пород базальтового сырья область рабочей вязкости разная.

Используются два типа технологий производства стекловолокна – одностадийный и двухстадийный.

Двухстадийный способ получения волокна включает в себя стадию подготовки шихты, варки стекла, выработки эрклеза, стеклошариков или штабиков, и стадию плавления эрклеза и стеклошариков в плавильном сосуде и вытягивания волокна.

При более прогрессивном **одностадийном** способе волокна вытягивают из стекломассы, поступающей в выработку сразу из стекловаренной печи, питаемой шихтой, т.е. исключается промежуточная стадия выработки эрклеза и стеклянных шариков, при этом расход энергии сокращается практически в два раза. Вместо нее осуществляется операция распределения потока стекла в распределителе стеклоплавильной печи по отдельным фильерным питателям.

Во время вытяжки непрерывных волокон на их поверхность наносится замасливатель – специальное покрытие, которое способствует объединению волокон в комплексную нить (слипание) и снижает трение между волокнами, препятствуя образованию поверхностных микротрещин, которые снижают прочность волокон. Также замасливатель способствует повышению адгезионных качеств волокон. Дополнительная обработка поверхности стекловолокна замасливателями приводит к ее гидрофобизации, снижению поверхностной энергии и электризуемости, снижению коэффициента трения от 0,7 до 0,3, увеличению прочности при растяжении на 20-30%. Поверхностные свойства стекловолокна и капиллярная структура изделия определяют малую (0,2%)

гигроскопичность для волокон и повышенную (0,3-4%) для тканей.

Комплексная нить, проходя нитераскладывающий аппарат, наматывается на его съемную бобину. По мере намотки бобина с нитью снимается с бобинодержателя наматывающего аппарата и заменяется новой бобиной.

При производстве волокна для нетканых материалов операции соединения волокон в нить, раскладки или приема волокна или нити модернизируются в зависимости от вида и назначения материала.

Наиболее современной технологией производства стекловолокна владеют США, где используется, так называемый С-процесс. При этом способе вытягивание волокон производится из питателей с 2000 и 4000 отверстий. Волокна вытягиваются со скоростью 750 м/с. Суточная производительность установок – 1080-1440 кг при 2000 отверстий и 2160-2460 кг при 4000 отверстий. Данное производство включено в перечень высоких технологий, на экспорт которых наложены серьезные ограничения. Для сравнения – на оборудовании, установленном на российских предприятиях максимальное число отверстий в фильерных пластинах – 800, скорость вытягивания – 10-100 м/с.

Из непрерывного стекловолокна, получаемого фильерным формованием пучка тонких монопнитей из расплавленной стекломассы, делают крученые комплексные нити, однонаправленные ленты, жгуты. Комплексные стеклянные нити различают по составу стекла, среднему диаметру волокна (3-15 мкм и более), числу элементарных нитей (50-800), крутке. Жгуты и ленты получают соединением 10-60 комплексных нитей.

Из крученой нити изготавливают ткани, сетки, ленты на ткацких станках. Стеклянные ткани различают по виду переплетения (полотняное, саржевое, сатиновое и др.) и плотности (числу нитей на 1 см по основе и утку). Их ширина варьирует в пределах 500-1200 мм, толщина – 0,017-25 мм, масса 1 м^2 – 25-5000 г. В зависимости от толщины, плотности переплетения и вида поверхностной обработки стеклянные ткани могут

обладать высокими значениями коэффициента светопропускания (до 64%), звукопоглощения (до 90% при частотах 500-2000 Гц), отражения (до 80%).

Штапельное стекловолокно формируют путем разрыва струи расплавленного стекла после выхода из фильеры воздухом, паром, горячими газами или другими методами. Его также получают разрубанием комплексных нитей. Штапельное стекловолокно и пряжи нитей, срезанные с бобин (длина 0,3-0,6 м), используют для изготовления стекловаты, холстов, матов, плит. Холсты, полученные из рубленного стекловолокна или непрерывных нитей, обычно скрепляют смолами или механической прошивкой.

Выбор технологического оборудования, их техническое описание и расчёт

Теоретические основы физико-химических процессов в производстве.

Теоретические основы измельчения материалов

Процесс измельчения материалов является весьма сложной операцией и зависит от их однородности, плотности, вязкости, твердости, формы кусков, влажности и т. д.

Рассмотрим наиболее распространенные теории измельчения. Поверхностная теория основана на гипотезе, что работа A_s , затрачиваемая на измельчение тела, пропорциональна величине вновь полученных — обнаженных поверхностей S (м²) тел, т. е.

$$A_s = \delta_1 S (\text{Дж, кгс*м}),$$

δ_1 — коэффициент пропорциональности.

Отношение работ при больших степенях измельчения — n и m может быть выражено уравнением $A_n/A_m = n/m$, которое показывает, что работы, затрачиваемые на измельчение, прямо пропорциональны степеням измельчения или вновь образованным поверхностям

В связи с тем, что Риттингер экспериментально не подтвердил выдвинутую им гипотезу, это пытались сделать многие ученые, в результате чего установили, что она справедлива до определенной степени измельчения — тонкости частиц, соответствующей приблизительно ситу № 006, т. е. пределах тонкости помола строительных материалов

Объемная теория проф. В. Кирпичева основана на том, что материал деформируется под действием внешних сил, вызывающих в нем напряжения, и когда последние становятся равными пределу прочности при сжатии, он разрушается — дробится. Как известно из курса сопротивления материалов, работа деформации A в пределах пропорциональности выражается формулой

$$A = P_1 \lambda_1 / 2 (\text{Дж, кгс*м}).$$

Для упрощения вывода принимают, что дробимая горная порода имеет призматической или цилиндрической формы тело, сжимающая сила действует в перпендикулярном направлении к плоскости поперечного сечения и подчиняется линейному закону деформации

$$\lambda_l = P_1 L / FE \text{ (м)} \text{ или } \mathcal{E} = \lambda / L = \sigma / E,$$

Следовательно, по объемной теории работа, требуемая для производства аналогичных изменений в очертании геометрически подобных тел одинакового состава, изменяется пропорционально их объемам и отвечает уравнению $A = \delta_1 V$ где δ_1 —коэффициент пропорциональности.

Обобщающая теория акад. П. А. Ребиндера основана на том, что работа A , затраченная на разрушение тела, соответствует формуле

$$A = \delta_1 S + \delta_2 V \text{ (Дж, кгс*м)}, \text{ (2)}$$

где δ_1 и δ_2 — коэффициенты пропорциональности, Н/м и Н/м²; S — вновь образующаяся поверхность, м²; V — часть объема тела, подвергшаяся деформации, м³.

При измельчении, связанном с образованием больших поверхностей, первый член $\delta_1 S$ уравнения значительно больше второго $\delta_2 V$, и работа измельчения почти пропорциональна вновь образованной поверхности. При больших размерах тела и малой величине вновь образующейся поверхности первый член уравнения значительно меньше второго $\delta_1 S > \delta_2 V$, и работа дробления почти пропорциональна объему дробимого тела, т. е. его деформируемой части.

Следовательно, теория акад. П. А. Ребиндера обобщает поверхностную и объемную теории измельчения материалов. Существенным недостатком теории является то, что еще нет научно обоснованных способов для определения δ_1 и δ_2 , в результате чего она, как и предшествовавшие ей теории, имеет небольшую практическую ценность.

Рассмотренные теории не раскрывают всех весьма сложных процессов, происходящих при измельчении материалов, но дают возможность рационально решать вопросы, связанные с созданием и совершенствованием дробильно-помольных машин. В соответствии с рассмотренными теориями, создаваемые дробильно-помольные машины должны быть непрерывного действия (измельченный материал из них удаляется, как только он достигнет определенной степени измельчения) и работать в замкнутом цикле с сортировочными устройствами и хорошо поставленной аспирацией. В них следует подавать материал определенного объема или массы с наименьшим сопротивлением возникающим усилиям (в виде удара, изгиба, истирания или их комбинаций), регулировать измельчающие усилия в соответствии с объемами, массами, прочностью измельчаемого материала и т. д.

Следует отметить, что в настоящее время в многокамерных мельницах уже осуществляется регулирование, а в некоторых и саморегулирование мелющих тел по крупности и массе в соответствии с крупностью кусков или частиц измельчаемого материала.

Общие сведения об измельчении материалов

Измельчение сырьевых материалов осуществляют на дробильно-помольных машинах различных конструкций и технико-экономических показателей.

Процесс измельчения в зависимости от размеров кусков или частиц конечного продукта подразделяют на дробление и помол следующих видов:

В существующих дробильно-помольных машинах распространенными способами измельчения материалов являются: раздавливание, истирание, изгиб, удар или комбинирование

перечисленных способов — раздавливание и истирание, раздавливание и изгиб, удар и истирание и т. д.

Способы измельчения выбирают в зависимости от физических свойств материала, начальной величины кусков и степени измельчения.

Степенью измельчения i называют отношение размера куска материала до измельчения к размеру куска (или частицы) после измельчения:

$$i = D/d,$$

где D и d — размеры поперечников кусков или частиц материала соответственно до и после измельчения.

Твердость материала характеризуют пределом прочности при сжатии. Для материалов твердых он больше 50 МПа (500 кгс/см²) *, средней твердости — 10—50 МПа (100—500 кгс/см²) и мягких — менее 10 МПа (100 кгс/см²).

При выборе дробильно-помольных машин необходимо учитывать: эксплуатационные расходы, удельный расход энергии, степень измельчения свойства материалов (см. т. 1), в частности, материалы должны иметь наименьшие сопротивления возникающим в машинах усилиям в виде удара, истирания, изгиба или их комбинации

Общие сведения стекловарения

Стекловаренная печь состоит из трех основных частей. В первой части происходят процессы плавления, силикатообразования, стеклообразования и гомогенизации расплава.

Начальной стадией варки силикатных стекол является процесс протекания химических реакций между входящими в состав стекольной шихты материалами – силикатообразование. Данная стадия характеризуется тем, что к ее окончанию основные химические реакции в твердом состоянии между компонентами шихты закончены, в шихте, как правило, не остается отдельных составляющих ее компонентов (песка, соды, сульфата, мела и пр.), большинство газообразных компонентов из шихты улетучивается. Для обычных натрийкальциевых стекол эта стадия завершается при 800-900 °С.

На первом этапе нагревания шихты, при температуре около 300 °С, еще до вступления в химическое взаимодействие между собой компонентов шихты, характерно протекание процессов дегидратации и диссоциации, из шихты удаляется влага, происходит образование некоторых соединений, например $MgNa_2(CO_3)_2$. Далее, по мере повышения температуры, начинается разложение карбонатов, процесс перекристаллизации кварца и пр. В интервале температур 500-800 °С происходит образование силикатов и алюминатов. Затем самые низкоплавкие соединения образуют первичный расплав, что заметно ускоряет химические процессы, протекающие в системе. Дальнейшее повышение температуры приводит к плавлению силикатов. При температуре порядка 800 °С твердые остатки шихты, не перешедшие в расплав, но пропитанные расплавом образовавшихся силикатов и эвтектик, образуют плотную массу – спек. При нагреве большинства составов промышленных стекол до температуры 1200 °С спекшиеся массы шихты расплавляются, а все процессы силикатообразования полностью завершаются.

Для примера схема процессов, протекающих при нагревании шихты

$3\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ состоит из следующих стадий: таблица 4

Процесс	Температура, °С
Образование шпинели	400
Перекристаллизация кварца	575
Образование алюминатов кальция: $\text{CaCO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 = n\text{CaO} \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2$ преимущественно в форме $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ и $5\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$, начало диссоциации CaCO_3	600
Начало взаимодействия $\text{SiO}_2 + \text{MgO} = n\text{MgO} \cdot m\text{SiO}_2$	750
Максимум скорости диссоциации CaCO_3	877
Ускорение реакций образования силикатов и алюминатов кальция и	1014-1150
Образование пироксенов	1200
Образование алюмосиликатов кальция	1220
Начало плавления эвтектик силикатов и алюминатов	1223

Растворение остаточного кварца в первичном расплаве, приводящее к образованию более высокомолекулярных силикатов с постепенно возрастающим содержанием кремнезема и одновременным взаимным растворением силикатов друг в друге, представляет собой **стадию стеклообразования**.

В процессе стеклообразования происходит полное растворение частиц шихты в расплаве, в случае отсутствия красителей масса становится прозрачной, однако насыщена газовыми включениями и свилями, масса в своем объеме является неоднородной. Для обычных стекол эта стадия завершается при 1150-1200 °С.

Эта стадия варки протекает существенно медленнее, чем силикатообразование. Время, необходимое для полного завершения стеклообразования при варке промышленных стекол, составляет не менее 50% от общей длительности стекловарения. Это объясняется малой

скоростью растворения зерен остаточного кварца в высоковязком силикатном расплаве, так как на поверхности растворяющихся зерен образуется насыщенная кремнеземом пленка высоковязкого расплава, замедляющая диффузионные процессы. Поэтому наиболее эффективным фактором ускорения стеклообразования являются процессы, приводящие к нарушению пленки вокруг зерен кварца. К ним относятся: воздействие потоков движущейся стекломассы, а также перемешивание, бурление или вращение расплава. При повышении температуры на каждые 10 °С до уровня 1550 °С ускорение стеклообразования составляет в среднем 5%. В интервале же 1550-1600 °С рост скорости стеклообразования на каждые 10 °С составляет около 10%.

Как и для стадии силикатообразования скорость стадии стеклообразования зависит от фракционного размера шихты.

Освобождение расплава от видимых газовых включений – **осветление стекломассы** является условно следующей за стеклообразованием стадией варки стекла. Процесс осветления расплава интенсифицируют за счет поддержания температуры расплава на максимально возможном уровне. При этом не только снижается степень пресыщения расплава растворенными газами, но и существенно снижается его вязкость, что облегчает подъем пузырей к поверхности расплава и выход из стекломассы.

В процессе дегазации происходит освобождение стекломассы от видимых газовых включений, при этом устанавливается равновесное состояние между стекломассой и газами, остающимися в стекломассе. Для обычных стекол этот этап завершается при 1400-1500 °С. Вязкость стекломассы составляет около 10 Па·с.

На стадии силикатообразования в основном протекают реакции, в процессе которых выделяются различные газы. Выделение газообразной фазы продолжается на стадии стеклообразования, однако газы полностью не выделяются, и по завершении стеклообразования необходимо создать условия для их удаления и придания стекломассе максимальной

однородности.

Из всех стадий процесса стекловарения стадия осветления и связанная с ней стадия гомогенизации являются наиболее сложными. Качество стекломассы и ее пригодность для выработки стеклянных изделий зависят от степени завершенности этих стадий.

В шихте содержатся:

1. газы, химически связанные;
2. газы, механически занесенные в шихту;
3. летучие вещества, специально введенные в шихту;
4. газы, попадающие в шихту или стекломассу из газовой среды печи.

Газы в стекломассе присутствуют обычно в пузырях (видимые) и в самой стекломассе (невидимые). Невидимые газы могут находиться в растворенном состоянии или могут быть химически связаны. Механизм осветления стекломассы заключается в создании равновесных условий между жидкой и газообразной фазами стекломассы, с одной стороны, и между стекломассой и средой печи, с другой.

Как правило, для ускорения процесса осветления следует повышать скорость реакций, сопровождающихся выделением газов, которые повышают парциальное давление в стекломассе и понижают его в пузырях. Одновременно следует снижать вязкость стекломассы, т. е. повышать температуру варки.

Существует ряд способов уменьшения количества газов, содержащихся в стекломассе:

1. удлинение продолжительности варки;
2. повышение температуры при осветлении;
3. механическое перемешивание стекломассы – бурление;
4. добавка в шихту специальных осветлителей;
5. высокое давление или вакуум;
6. ультразвук.

Наиболее эффективно стадия гомогенизации расплава происходит в процессе его движения. При этом пограничные пленки разнородных ячеек растягиваются в тончайшие слои и нити с высокоразвитой удельной поверхностью контакта. Это облегчает взаимную диффузию на контакте микроячеек, тем самым, уменьшая различие в их химическом составе. Такую гомогенизирующую расплав работу выполняют потоки движущейся стекломассы, как организованные (выработочный поток, перемешивание, барботирование), так и самопроизвольные (естественная конвекция, подъем газовых пузырей к поверхности).

Часто для осветления стекломассы используют осветлители. Действие осветлителей различно. Одни действуют аналогично механическому перемешиванию – бурлению. Такие осветляющие средства вызывают образование в стекломассе пузырей крупных размеров, подъемная сила которых позволяет поднять за собой множество мелких пузырей, и частично всасывая их, увлекать за собой. К таким осветлителям относятся пары воды. Другие осветлители при высокой температуре разлагаются с выделением большого количества газов (нитраты, сульфаты и др.), либо испаряются (мышьяк, аммонийные соли, поваренная соль и др.) В качестве наиболее активных осветлителей в выпускной работе нами рекомендуются: Na_2SO_4 (0,3-0,5).

При добавке осветлителей газы переходят из пересыщенной стекломассы в образующиеся пузыри, это облегчает процесс осветления.

Особую группу осветлителей составляют фториды, осветляющее действие которых основано не только на частичном испарении, но и на физико-химическом воздействии на стекломассу.

В процессе гомогенизации стекломасса освобождается от свилей и становится однородной, колебания в показателях преломления отдельных частей стекломассы минимальные. В оптическом стекле колебания показателя преломления не превышают $\pm 0,0005$. У большинства стекол стадия гомогенизации завершается при температурах ниже температур,

необходимых для дегазации стекломассы.

Заключительной пятой стадией подготовки осветленной и гомогенизированной стекломассы к выработке является ее охлаждение – **стадия студки**. В результате постепенного охлаждения стекломасса достигает температуры, обеспечивающей вязкость, необходимую для выработки стеклоизделий. При этом требуется высокая термическая однородность поступающего на выработку потока стекломассы.

В промышленных стекловаренных печах разделение процесса варки стекла на отдельные стадии является условным понятием, так как выделяемые стадии варки протекают в определенной мере одновременно, однако в каждом микрообъеме загружаемой в печь шихты процесс постепенного превращения в стекломассу проходит через все пять стадий варки.

В отечественной и мировой практике на промышленных стекловаренных печах традиционно эксплуатируется один и тот же способ варки силикатного стекла, основанный на плавлении загружаемых в печь шихты и стеклобоя с реализацией стадий силикатообразования, стеклообразования, осветления и гомогенизации на поверхности расплавленной стекломассы в отопляемом бассейне. Традиционный способ варки промышленных стекол предопределяет высокий уровень энергозатрат на стекловарение (из-за значительных непроизводительных затрат теплоты на поддержание температуры большого объема расплава, постоянно находящегося в бассейне печи) и капитальных вложений на сооружение печей ввиду крупнотоннажной вместимости их бассейнов.

Стеклома́сса в ванной печи находится в непрерывном движении независимо от того, есть выработка или ее нет. Движение стекломассы объясняется тем, что стекломасса в различных частях печи имеет неодинаковую температуру и плотность. Причину движения стекломассы в печах схематически можно представить следующим образом. Два столба расплава, расположенные в наиболее горячей части и в более холодной

части печи, соединены как два сообщающихся сосуда. Высота этих столбов стекломассы будет обратно пропорциональна плотности горячего и холодного расплава. Таким образом, на поверхности стекломассы в горячем месте образуется как бы холмик, откуда стекломасса стекает в сторону более холодных участков. В нижних слоях стекломассы происходит движение в обратном направлении.

Областью наивысших температур является зона освещения, расположенная в средней части варочного бассейна. Менее горячими областями являются зона варки, зона студки, а также зоны вблизи стен. Вследствие этого стекломасса движется во всех направлениях от температурного максимума. Таким образом, продольные потоки направлены в сторону загрузочного и выработочного концов печи, а поперечные потоки – в сторону боковых стен. Круговорот потоков стекломассы в сторону загрузочного конца печи образует сыпучный цикл конвекционных потоков. Круговорот потоков стекломассы в сторону выработки образует выработочный цикл конвекционных потоков. Часть выработочного цикла конвекционных потоков стекломассы направляется к выработочным устройствам для формования изделий, образуя рабочий поток.

В области максимальных температур потоки стекломассы поднимаются от дна к поверхности наподобие родника или ключа. Конвекционные потоки приносят пользу, перенося тепло в глубинные слои стекломассы. Вместе с тем потоки могут испортить стекломассу, если меняются их направление, глубина, толщина и скорость, поэтому основное правило работы на ваннных печах – поддерживать строгое постоянство направлений и скоростей потоков путем соблюдения стабильного режима работы печи.

Главным критерием стабильности режима является постоянство положения границ шихты и варочной пены, обеспечивающее неизменную тепловую и химическую однородность стекломассы. Температура в каждой зоне печи соответствует протекающим в ней процессам. Полученный таким образом расплав поступает по каналам (фидерам) к фильерным питателям.

Выбор технологического оборудования, их техническое описание и расчёт.

Дезинтегратор

Дезинтеграторы относятся к молотковым мельницам. Они бывают с одним или двумя вращающимися роторами. Последние нашли наибольшее распространение.

У дезинтегратора с двумя вращающимися роторами каждый ротор состоит из стального диска, на котором по концентрическим окружностям в два, три, четыре и больше рядов закреплены стальные пальцы - билы. Концы пальцев соединены между собой кольцами. В промежутках между смежными рядами пальцев одного ротора входят пальцы другого. Один ротор закреплен на валу, а другой – на валу валы установлены на подшипниках. Роторы заключены в металлический кожух. Вращение ротором сообщается в противоположные стороны через ременную передачу и шкивы. Для облегчения и ускорение ремонта дезинтегратора ротор, закрепленный на валу, вместе с подшипниками и стойками может перемещаться при поворачивании маховиком винта, соединенного со стойками и ввинченного в гайку, которая жестко скреплена с опорной плитой.

Материал через загрузочный карман подается внутрь вращающихся роторов, где подвергается действию двух сил: центробежной, направленной по радиусу, и силы удара, направленной тангенциально. По направлению равнодействующей материал отбрасывается на следующий ряд бил другого диска, вращающегося в противоположную сторону, который отбрасывает материал на третий ряд бил и т. д. Под действием встречных ударов материал измельчается. Тонкость помола в дезинтеграторе повышается с увеличением числа рядов бил. Так, уже при четырех рядах бил получается весьма тонкий помол глины, в котором находится до 70 – 80% частиц материала меньше 0,54 мм.

Производительность дезинтегратора зависит от равномерности питания, числа оборотов, диаметра роторов, крупности загружаемых кусков

и может колебаться в широких пределах. При значительном увеличении скорости вращения роторов увеличивается тонкость помола и уменьшается производительность.

Для получения более тонкого помола следует применять дезинтеграторы с большим количеством рядов пальцев.

Чтобы дезинтегратор работал нормально, необходимо материал подавать механическим питателем, размером кусков – не более 25 – 35 мм, влажностью – не более 8-11%.

Достоинства дезинтеграторов: возможность достижения тонкости помола, соответствующей требованиям технологического процесса производства кирпича сухим способом; простота конструкций и уход; возможность помола при большей, чем на других машинах, влажности сырья; сравнительно малая чувствительность к изменениям влажности сырья в пределах 8 – 11%. Недостатки: опасность поломки бил при попадании металлических предметов; быстрый износ пальцев-бил; сравнительно большой расход энергии; нарушение балансировки роторов при неравномерном износе бил, что вызывает быстрый износ подшипников: распушенность глины в результате помола.

Очистка дезинтегратора от глины может быть выполнена в течение 10 – 15 мин.

Расчетные сведения

Производительность молотковых дробилок зависит от физических свойств материала, степени измельчения, величины зазоров между колосниками, количества, формы и размеров молотков, формы броневых плит, скорости вращения ротора, неравномерности питания, влажности материала и т. д. Перечисленные факторы еще не удалось объединить вполне обоснованной формулой, поэтому для определения ориентировочной производительности пользуются следующими практическими формулами:

$$Q = \frac{LD^2 n^2 k}{3600(i-1)}$$

$$Q = (30 \div 40)LD$$

Или при дроблении известняков средней твердости до величины кусков 15 – 25 мм

$$Q = LD^2b$$

Где L – длина ротора, м D – диаметр окружности, описываемой молотками, м; n – угловая скорость, об/мин; k – коэффициент, зависящий от конструкции дробилки и твердости дробимого материала ($k \approx 2$); i – степень измельчения; b – зазор между колосниками, м.

Мощность двигателя молотковой дробилки приближенно можно определить на основании опытных данных при дроблении материалов средней твердости и степени измельчения 8 – 12 составляет 1 -2 кВт на 1 т/ч, а мощность двухроторных дробилок при дроблении материалов средней твердости и степени измельчения 25 – 32 составляет 1,3 – 1,8 кВт на 1т/ч.

Мощность двигателя ориентировочно может быть определена и по следующим эмпирическим формулам:

$$N = 7,5DL \frac{n}{60}; \quad N = 0,15D^2Ln; \quad N = 0,1 - 0,15Qi$$

Где N – мощность двигателя, кВт; D – диаметр, описываемый молотками, м; L – длина ротора, м; n – скорость вращения ротора, об/мин; Q – производительность дробилки, т/ч; i – степень измельчения.

Показатели	Значение
Диаметр ротора	800
Ширина ротора	200
Число колец	$3 \times 2 = 6$
Размеры кусков до измельчения, мм	25 – 30
Размеры кусков после измельчения, мм	4 и меньше
Размеры загрузочного кармана	200 × 400
Производительность	1 – 6
Число оборотов вала в минуту	800 – 450
Мощность электродвигателя в кВт	4,4 – 7,4
Габаритные размеры L, мм	2200
b, мм	1120
h, мм	1400
Вес в кг	1320

Мощность двигателя

$$N = 0,15 * 0,8^2 * 0,2 * 800 = 7,4 \text{ кВт}$$

Производительность

$$Q = (30 \div 40)800 * 200 = 4,8 \text{ т/ч}$$

Тепло – технический
расчёт теплового
оборудования. Контроль
производства

Теплотехнический расчёт теплового оборудования. Контроль производства.

РАСЧЕТ СТЕКЛОВАРЕННОЙ ПЕЧИ

Выполнить расчет стекловаренной регенеративной ванной печи для варки стекловолокна. Производительность печи 100 т/сут.

Выбор основных решений проекта

Для осуществления технологического процесса производства стеклянных изоляторов предлагается регенеративная стекловаренная печь с поперечным направлением пламени. Подготовка стекломассы к формованию осуществляется в выработочных каналах, имеющих глубину 0,3–0,4 м, с самостоятельным отоплением и возможностью регулирования температуры стекломассы по длине канала с помощью керамических шиберов. По пламенному пространству варочная и студочная части полностью разделены; по стекломассе разделение осуществляется с помощью протока.

Интенсификация процесса варки достигается уменьшением глубины бассейна в зоне загрузки шихты, установкой барботажа и порога в зоне осветления и гомогенизации стекломассы. Предусматривается изоляция стен бассейна и свода печи эффективными теплоизоляционными материалами.

Для получения высокого качества стекломассы, поступающей на формование, и большей длительности межремонтного периода работы печи предусмотрены следующие конструктивные узлы:

1. Двойное дно из донного бруса в зоне варки, что позволяет сохранить тепло в придонных слоях стекломассы и уменьшить потери тепла в окружающую среду. При капитальных ремонтах возможна минимальная замена дна, что уменьшает материалоемкость капиталовложения. Двойная бакоровая плитка, что положительно влияет на сохранность шамотных брусьев дна и способствует наименьшему их разъеданию.

2. Предусмотрен порог в зоне максимальных температур, он положительно влияет на осветление стекломассы, химическую и термическую однородность; это усредняет потоки стекломассы, разделяет стекломассу на два потока: варочный и выработочный и не дает непроваренной стекломассе проникать на выработку.

3. Поступление стекломассы в выработочные каналы осуществляется через проток, позволяющий быстро остудить стекломассу до желаемой температуры и препятствующий поступлению горячих потоков стекломассы в выработочную часть.

Параметры работы печи: топливо – природный газ; температура варки – 1530 °С; удельный съем – 1000 кг/м·сут.

Определение основных размеров и описание конструкции печи

Определяем площадь варочной части бассейна:

$$F_{\text{вар}} = P/P_f = 100000/1000 = 100$$

где P – производительность печи по стекломассе,

P_f – удельный съем стекломассы, кг/м² ·сут, принимаем по практическим данным 1000 кг/м² сут.

Дно бассейна выполняется из многошамотных брусьев размером 1,0×0,4×0,3 м и покрывается двумя слоями бакоровой плитки толщиной 0,1 м.

Стены бассейна собираются из бакоровых брусьев. Толщина бакоровых стен 0,25 м. Для уменьшения потерь тепла в окружающую среду предусмотрена изоляция стен бассейна легковесным шамотом и алюмохромофосфатным газобетоном.

Ширина варочной части 5,5 м (с учетом раскладки 15-ти донных брусьев по ширине дна бассейна, ширина донного бруса 0,4 м).

Таблица 1 приведена общая характеристика печи. Для загрузки шихты печь оборудована выносным, полностью герметизированным карманом с установкой четырех плунжерных загрузчиков.

Общая характеристика печи

Таблица 10

Параметр печи	Единица измерения	Значение
Площадь: варочной части выработочного канала	m^2 m^2	80,0 9,34
Варочная зона: длина×ширина глубина	$m \times m$ m	14,55×5,5 от 1,4 до 1,1
Выработочный канал: длина по продольной оси печи ширина×глубина	m $m \times m$	0,9 10,6×0,3-0,4
Габариты протока длина×ширина×высота	$m \times m \times m$	1,2×0,6×0,4
Характеристика горелок: Количество подвод топлива площадь влетов угол наклона	Пары m^2	4 боковой 2,63 20

Таблица 11

Параметр печи	Единица измерения	Значение
Тип сопла горелки для подачи топлива Диаметр выходного сечения сопла горелки: наружный диаметр, внутренний диаметр		ГГРК-1 28 12
Регенератор: Количество ходов по воздуху (отходящим газам) Тип насадок Размер ячеек насадок Общий объем насадок		4 Лихте 0,17×0,17 81
Размеры загрузочного кармана: длина по продольной оси печи ширина x глубина		1,55 4,5 × 1,1
Количество загрузчиков	шт	4

Переливной порог	трапецеидальный	
Высота свода печи над стекломассой (по оси печи)	м	2,185
Система обдува ограждений печи	обдуваются стены бассейна	

Широкий загрузочный карман позволяет активизировать процесс варки, т. к. шихта распределяется на большой площади бассейна печи и тем самым уменьшается ее слой, а значит быстрее происходит прогрев как сверху, так и от расплавленной стекломассы снизу, увеличивается скорость силикатообразования и стеклообразования, ускоряется процесс варки, обеспечивается качественный провар стекломассы.

Установка бакоровых аркок над загрузочным карманом обеспечивает сохранность торцевой стены, наименьшее ее разъедание шихтными материалами. Выносная арка из шамота герметично закрывает карман, что устраняет пыление шихты и потери тепла в окружающую среду за счет излучения.

Для интенсификации процесса стекловарения печь оборудуется системой бурления стекломассы, что увеличивает производительность, положительно влияет на химическую и термическую однородность стекломассы. Предусмотрено сужение части варочного бассейна к протоку, что позволяет избежать застойных зон в бассейне перед протоком, положительно влияет на химическую и термическую однородность стекломассы, поступающей в студочную часть.

Пламенное пространство печи – подвесное. Оно на 300 мм шире бассейна. Стены пламенного пространства в зоне засыпки шихты выполняются двухслойными: бакор 33–250 мм и динас – 250 мм. Замена динаса на бакор способствует увеличению срока службы печи. Стены пламенного пространства за переливным порогом выполняются традиционно из динаса толщиной 500 мм.

Подвесной свод печи выполняется из динаса толщиной 400 мм, изолируется слоем песка толщиной 30 мм и динасовым легковесом

толщиной 130 мм.

Предусматривается уменьшение глубины бассейна в зоне варки на 300 мм путем укладки второго шамотного бруса.

Ввод топлива осуществляется традиционно в «щечки» горелок через горелочные камни. Это обеспечивает эффективное смешение топлива с воздухом и полное его сгорание.

Размеры выработочного канала принимаются конструктивно из условия размещения двух питателей. Канальная система выработки обеспечивает качественную подготовку стекломассы для равномерной подачи ее в питатели. При этом имеется возможность задавать, регулировать и контролировать температуру. Выработочный канал разделяется по пламенному пространству керамическими шиберами, что позволяет задавать температуру для разного вида стеклоизделий, требующих различную температуру формования. На стене канала напротив выхода стекломассы из протока предполагается размещение горелки с целью корректирования температуры стекломассы, поступающей на формование.

Расчет процесса горения газообразного топлива

В качестве топлива применяется природный газ Газлинского месторождения. Состав газообразного топлива приведен в табл.12

Состав сухого газа, %

Таблица 12

CH_4^c	C_2H_6^c	C_3H_8^c	$\text{C}_4\text{H}_{10}^c$	$\text{C}_5\text{H}_{12}^c$	CO_2^c	N_2^c	H_2S	Σ
95,6	2,6	0,3	0,3	-	0,1	1,1	-	100,0

Газ сжигается с коэффициентом расхода воздуха $\alpha=1,2$.

Воздух, идущий для горения, нагревается до температуре 800°C за счет охлаждения изделий в туннельной печи. Принимаем содержание влаги в газе 1,0%. Пересчитываем состав сухого на влажный рабочий газ.

$$\text{CH}_4^{\text{вл}} = \text{CH}_4^{\text{с}} 100 - \text{H}_2\text{O}/100 = 95,6 \times 0,99 = 94,6\%$$

Другие составляющие газа остаются без изменений.

Состав влажного рабочего газа, % (точность расчета – один знак после запятой).

Состав влажного рабочего газа

Таблица 13

$\text{CH}_4^{\text{вл}}$	$\text{C}_2\text{H}_6^{\text{вл}}$	$\text{C}_3\text{H}_8^{\text{вл}}$	$\text{C}_4\text{H}_{10}^{\text{вл}}$	$\text{C}_5\text{H}_{12}^{\text{вл}}$	$\text{CO}_2^{\text{вл}}$	$\text{N}_2^{\text{вл}}$	$\text{H}_2\text{O}^{\text{вл}}$	Σ
94,6	2,6	0,3	0,3	-	0,1	1,1	1	100,0

Определяем теплоту сгорания газа по формуле:

$$Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 358.2\text{CH}_4 + 637.5\text{C}_2\text{H}_6 + 912.5\text{C}_3\text{H}_8 + 1186.5\text{C}_4\text{H}_{10} + 1460.8\text{C}_5\text{H}_{12} = 358.2 \times 94,6 + 637.5 \times 2,6 + 912.5 \times 0,3 + 1186.5 \times 0,3 = 36200,85 \text{ кДж/нм}^3$$

Находим теоретически необходимое количество сухого воздуха по формуле:

$$\alpha_0 = 0,0476 \times K, \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$K = 2\text{CH}_4 + 3,5\text{C}_2\text{H}_6 + 5\text{C}_3\text{H}_8 + 6,5\text{C}_4\text{H}_{10}$$

$$\alpha_0 = 0,0476 \times 202 = 9,6 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$K = 2 \times 94,6 + 3,5 \times 2,6 + 5 \times 0,3 + 6,5 \times 0,3 = 202$$

Принимаем влагосодержание атмосферного воздуха $d = 8$ г/кг сухого воздуха и находим теоретически необходимое количество атмосферного воздуха с учетом его влагосодержания по формуле:

$$\text{сухого воздуха } \alpha_{\alpha} = 1,2$$

$$\alpha_{\alpha} = 1,2 \times 9,6 = 11,52 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$\text{атмосферного воздуха } \alpha_{\alpha}^{\cdot} = 1,2 \times \alpha_0^{\cdot}, \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$\alpha_{\alpha}^{\cdot} = 1,2 \times 9,72 = 11,66 \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

Определяем количество и состав продуктов горения при $\alpha = 1,2$ по формулам:

$$V_{\text{CO}_2} = 0,01(\text{CO}_2 + \text{CH}_4 + 2\text{C}_2\text{H}_6 + 3\text{C}_3\text{H}_8 + 4\text{C}_4\text{H}_{10}), \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$V_{\text{CO}_2} = 0,01(0,1 + 94,6 + 2 \times 2,6 + 3 \times 0,3 + 4 \times 0,3) = 1,021, \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01(2\text{CH}_4 + 3\text{C}_2\text{H}_6 + 4\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{H}_2\text{O} + 0,16d \alpha_{\alpha}), \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01(2 \times 94,6 + 3 \times 2,6 + 4 \times 0,3 + 5 \times 0,3 + 1 + 0,16 \times 8 \times 11,52) = 2,19, \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$V_{N_2} = 0.79 \alpha_\alpha + 0.01N_2, \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$V_{N_2} = 0.79 \times 11.52 + 0.01 \times 1.1 = 9.111, \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$V_{O_2} = 0.21(\alpha - 1) \alpha_o, \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$V_{O_2} = 0.21(1.2 - 1) 9.6 = 0.4032, \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

Общее количество продуктов горения составляет:

$$V_\alpha = V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{O_2}, \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

$$V_\alpha = 1.021 + 2.19 + 9.111 + 0.4032 = 12.72, \text{ нм}^3/\text{нм}^3$$

Определяем процентный состав продуктов горения:

$$CO_2 = V_{CO_2} \times 100 / V_\alpha = 1.021 \times 100 / 12.7 = 8.03 \%$$

$$H_2O = V_{H_2O} \times 100 / V_\alpha = 2.19 \times 100 / 12.7 = 17.2 \%$$

$$N_2 = V_{N_2} \times 100 / V_\alpha = 9.111 \times 100 / 12.7 = 71.62 \%$$

$$O_2 = V_{O_2} \times 100 / V_\alpha = 0.4032 \times 100 / 12.7 = 3.17 \%$$

Всего: 100.0 %

Перевод нм³ в кг производим путем умножения на плотность ρ .

Определяем теоретическую температуру горения. Для этого находим теплосодержание продуктов горения с учетом подогрева воздуха до $t_{\text{возд}} = 800^\circ$ при $\alpha = 1.2$

$$i_{\text{возд}} = C_{\text{возд}} \times t_{\text{возд}} = 1.398 \times 800 = 1118.4 \text{ кДж/нм}^3, \text{ тогда}$$

$$i_{\text{общ}} = Q_H / V_\alpha + \alpha_\alpha \times i_{\text{возд}} / V_\alpha = 36201 / 12.72 + 11.66 \times 1118.4 / 12.72 = 3871.2 \text{ кДж/нм}^3$$

По диаграмме находим теоретическую температуру горения при $\alpha=1.2$ – $t_T = 2200^\circ$. Колориметрическая температура горения по этой диаграмме (пунктирные линии) при $\alpha=1.2$ – $t_K = 2360^\circ$. (Табл. 14)

Таблица 14

Приход	кг	Расход	кг
Природный газ		Продукты горения	
$\text{CH}_4 = \text{CH}_4^{\text{вл}} \times \rho_{\text{CH}_4} = 94.5 \times 0.717 =$	67.76	$\text{CO}_2 = V_{\text{CO}_2} \times 100 \times \rho_{\text{CO}_2} =$	
$\text{C}_2\text{H}_6 = \text{C}_2\text{H}_6^{\text{вл}} \times \rho_{\text{C}_2\text{H}_6} = 2.7 \times 1.356 =$	3.66	$1.021 \times 100 \times 1.977 =$	201.85
$\text{C}_3\text{H}_8 = \text{C}_3\text{H}_8^{\text{вл}} \times \rho_{\text{C}_3\text{H}_8} = 0.3 \times 2.020 =$	0.606	$\text{H}_2\text{O} = V_{\text{H}_2\text{O}} \times 100 \times \rho_{\text{H}_2\text{O}} =$	
$\text{C}_4\text{H}_{10} = \text{C}_4\text{H}_{10}^{\text{вл}} \times \rho_{\text{C}_4\text{H}_{10}} = 0.3 \times 2.84 =$	0.852	$2.19 \times 100 \times 0.804 =$	176
$\text{CO}_2 = \text{CO}_2^{\text{вл}} \times \rho_{\text{CO}_2} = 0.1 \times 1.977 =$	0.1977	$\text{N}_2 = V_{\text{N}_2} \times 100 \times \rho_{\text{N}_2} =$	
$\text{N}_2 = \text{N}_2^{\text{вл}} \times \rho_{\text{N}_2} = 1.1 \times 1.1251 =$	1.3761	$9.1 \times 100 \times 1.251 =$	1138.4
$\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}^{\text{вл}} \times \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1.0 \times 0.804 =$	0.804	$\text{O}_2 = V_{\text{O}_2} \times 100 \times \rho_{\text{O}_2} =$	1
		$0.4032 \times 100 \times 1.429 =$	
Воздух:			57.61
$\text{O}_2 = K \times \alpha \times \rho_{\text{O}_2} = 202 \times 1.2 \times 1.429 =$	346.39	Невязка	
$\text{N}_2 = K \times \alpha \times \rho_{\text{N}_2} \times 3.762 = 202 \times 1.2 \times$			
$1.251 \times 3.762 =$	1140.8		+0.43
$\text{H}_2\text{O} = 0.16d \times \alpha \times \rho_{\text{H}_2\text{O}} =$	11.85		
Итого	1574.3		1574.3

Невязка баланса составляет $(1574.3 - 1573.87) \times 100 / 1574.3 = 0.027\%$

Тепловой баланс варочной части

Приход

1. Химическая теплота сгорания природного газа

$$Q_{\text{гор}} = V \cdot Q_p^{\text{н}} = 36137 \cdot V; \text{ кВт}$$

2. Физическая теплота воздуха, идущего на горение

$$Q_{\text{возд}} = L_{\alpha} \cdot C_B \cdot t \cdot V = 11,66 \cdot 1,4219 \cdot 1100 \cdot V = 18237,24 \cdot V; \text{ кВт}$$

Общий тепловой поток будет равен:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{гор}} + Q_{\text{возд}} = 36137 + 18237,24 = 54374,24 \cdot V; \text{ кВт}$$

Расход

1. На процессы стеклообразования

$$Q_{\text{вар}} = P_c * q_{\text{вар}} = 2530 * 1,157 = 2927,21 \text{ кВт}$$

$$P_c = \frac{P_{\text{сут}} * 10^3}{24 * 3600} = \frac{100 * 1000}{24 * 3600} = 1,157 \text{ кВт/с}$$

$$q_{\text{вар}} = 2530$$

2. Тепловой поток теряемый с отходящими газами

$$Q_{\text{д.г}} = V_{\alpha} * V * C_{\text{д.г}} * t_{\text{д.г}} = 12,72 * V * 1,6 * 1530 = 31138,56 * V; \text{ кВт}$$

$t_{\text{д.г}}$ – температура отходящих газов, принимаем равной температуре варки 1530 °С,

$$C_{\text{д.г}} = r_{\text{CO}_2} * c_{\text{CO}_2} + r_{\text{H}_2\text{O}} * c_{\text{H}_2\text{O}} + r_{\text{N}_2} * c_{\text{N}_2} + r_{\text{O}_2} * c_{\text{O}_2} = 1,6 \text{ кДж/нм}^3$$

Где r_1 – объемная доля газа в смеси $r_{\text{CO}_2} = \text{CO}_2 / V_{\alpha}$ и т.д.

3. Тепловой поток, теряемый излучением

В виде лучистого потока тепло из варочной части теряется через отверстия в стенах печи: загрузочный карман, влеты горелок, смотровые окна и отверстия.

$$Q_{\text{изл}} = \frac{5,67 * \varphi \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}{1000} * F$$

Излучение во влеты горелок

$$Q_{\text{изл}1} = \frac{5,67 * 0,66 \left[\left(\frac{1803}{100} \right)^4 - \left(\frac{1630}{100} \right)^4 \right]}{1000} * 1,96 = 257,3 \text{ кВт}$$

где, $F_{\text{вл}} = 1,96 \text{ м}^2$ – суммарная площадь сечения влетов горелок (2,5% от площади варочного бассейна),

$T_r = 1530 + 273 = 1803 \text{ С}$ – температура газовой среды варочной части печи

$T_{\text{кл}} = t_{\text{кл}} + 273$ – средняя температура задней стенки горелок,

$$t_{\text{кл}} = \frac{2,5 * (t_{\text{д.г}} - 50) + (t_{\text{в}} - 50)}{3,5}$$

Где $t_{\text{д.г}}$ – температура дымовых газов, поступающих во влеты горелок, °С

$t_{\text{в}}$ – температура нагрева воздуха идущего на горение, °С

$$t_{\text{кл}} = \frac{2,5 * (1530 - 50) + (1100 - 50)}{3,5} + 273 = 1630 \text{ C}^\circ$$

Высота влетов $D=0,4\text{м}$, форма отверстия – вытянутый прямоугольник, $D/F=0,7$ тогда $\varphi= 0,66$.

Потери тепла через загрузочный карман

Излучение через загрузочный карман происходит в щель между аркой загрузочного кармана и верхним обрезом бассейна.

Арка выполнена из бакора и многошамота, общая толщина арки $S = 1540 \text{ мм}$. Высота щели $D = 0,2 \text{ м}$, длина щели $L = 4,5 \text{ м}$.

$$\frac{D}{S} = \frac{0,2}{1,54} = 0,13, \text{ тогда } \varphi = 0,18$$

Рассчитываем площадь излучения $F_{\text{изл}}=0,2*4,5=0,9\text{м}^2$

Температура в зоне засыпки шихты $T_1=(1450+273)=1743 \text{ C}^\circ$, температура окружающей среды $T_2=293 \text{ C}^\circ$

$$Q_{\text{изл}2} = \frac{5,67 * 0,18 * \left[\left(\frac{1743}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right]}{1000} * 0,9 = 84,71 \text{ кВт}$$

Потери тепла излучением через смотровые окна и отверстия

$$Q_{\text{изл}3} = \frac{5,67 * \varphi * \left[\left(\frac{T_{\text{г}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{окр}}}{100} \right)^4 \right]}{1000} * F_{\text{отв}} * \frac{Z}{24}; \text{ кВт}$$

$F_{\text{отв}}$ – суммарная площадь сечения отверстий

Z – продолжительность открытия отверстия (применяется при расчете потерь теплоты излучением через смотровые окна и отверстия для отбора проб), ч, принимаем $Z = 24 \text{ ч}$

$T_{\text{г}}$ – температура газовой среды варочного бассейна

$T_{\text{окр}}$ – температура окружающей среды

$t_{\text{н}}=40 \text{ C}^\circ$ – температура наружного воздуха

Высота влетов $D=0,4\text{м}$, форма отверстия – вытянутый прямоугольник, $D/F = 0,7$ тогда $\varphi= 0,6$.

$$Q_{\text{изл3}} = \frac{5,67 * 0,6 * \left[\left(\frac{1803}{100} \right)^4 - \left(\frac{313}{100} \right)^4 \right]}{1000} * 0,045 * 0,16 = 2,59 \text{ кВт}$$

Суммарные потери тепла излучением составляет:

$$Q_{\text{изл}} = Q_{\text{изл1}} + Q_{\text{изл2}} + Q_{\text{изл3}} = 257,3 + 84,71 + 2,59 = 344,6 \text{ кВт}$$

Потери тепла с выбивающимися газами через смотровые окна и отверстия

$$Q_{\text{выб.г}} = V_{\text{выб.г}} * c_{\text{д.г}} * t_{\text{д.г}}$$

Где $V_{\text{выб.г}}$ – количество газов, выходящих из отверстия, м³/с

$$V_{\text{выб.г}} = 2,74 * F * \frac{z}{24} * \sqrt{\frac{H * (\rho_{\text{воз}} - \rho_{\text{газ}})}{\rho_{\text{газ}}}}$$

F – суммарная площадь сечения отверстий,

Z – продолжительность открытия отверстия

H – высота от уровня нулевого давления в печи до середины отверстия, $H = 0,31 \text{ м}$

$\rho_{\text{воз}}$ – плотность воздуха при 40 °С

$$\rho_{\text{воз}} = \frac{\rho_{\text{воз}}}{1 + t_{\text{воз}}/273} = \frac{1,293}{1 + 40/273} = 1,128 \text{ кг/м}^3$$

$\rho_{\text{газ}}$ – плотность дымовых газов при 1530 °С

$$\rho_{\text{газ}} = \frac{1,31}{1 + 1530/273} = 0,198 \text{ кг/м}^3$$

$$V_{\text{выб.г}} = 2,74 * 0,045 * \frac{4}{24} * \sqrt{\frac{0,31 * (1,128 - 0,198)}{0,198}} = 0,0238 \text{ м}^3/\text{с}$$

Подставляя полученные значения, получим величину потерь тепла с выбивающимися газами:

$$Q_{\text{выб.г}} = 0,0238 * 3583,04 = 85,28 \text{ кВт}$$

Потери теплоты от кладки в окружающую среду

Дно бассейна выполнено из следующих материалов:

бакор ВК-33, толщина слоя $\delta = 0,2 \text{ м}$, $\lambda_{\text{б}} = 2,1 + 0,00215 * t$

шамот ШС-33, толщина слоя $\delta = 0,6 \text{ м}$, $\lambda_{\text{ш}} = 0,7 + 0,00064 * t$.

$$t_{\text{вн}} = 1200^\circ\text{С}, t_{\text{нар}} = 250^\circ\text{С}, t_{\text{окр}} = 50^\circ\text{С}$$

Задаемся средними температурами слоев:

$$t_{\delta}=0,8*t_{\text{вн}}=0,8*1200=960^{\circ}\text{C}, t_{\text{ш}}=\frac{t_{\delta}+t_{\text{нар}}}{2}=\frac{960+250}{2}=605^{\circ}\text{C}$$

Для слоя материала рассчитываем значения коэффициентов теплопроводности материалов при принятых температурах:

$$\lambda_{\delta}=2,1+0,00215*960=4,164 \text{ Вт/м*град},$$

$$\lambda_{\text{ш}}=0,7+0,00064*605=1,087 \text{ Вт/м*град}.$$

Определяем термические сопротивления каждого слоя:

$$R_{\delta}=\frac{\delta_{\delta}}{\lambda_{\delta}}=\frac{0,2}{4,164}=0,048 \text{ м}^2 * \frac{\text{град}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\text{ш}}=\frac{\delta_{\text{ш}}}{\lambda_{\text{ш}}}=\frac{0,6}{1,087}=0,552 \text{ м}^2 * \frac{\text{град}}{\text{Вт}}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$K=\frac{1}{\sum R}=\frac{1}{0,048+0,552}=1,67 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{град}$$

Величина удельного теплового потока:

$$g=K*(t_{\text{вн}}-t_{\text{нар}})=1,67*(1200-250)=1586,5 \text{ Вт/м}^2.$$

Граничные температуры слоев:

$$t_1^{\text{гп}}=t-q*R=1200-1586,5*0,048=1124^{\circ}\text{C},$$

$$t_{\text{нар}}=1124-1586,5*0,552=248^{\circ}\text{C}$$

Средние температуры слоев:

$$t_1^{\text{сп}}=\frac{1200-1124}{2}=1162^{\circ}\text{C}$$

$$t_2^{\text{сп}}=\frac{1124-248}{2}=686^{\circ}\text{C}$$

Подсчитываем разницу между принятой ориентировочно и найденной в первом приближении средней температурой для каждого слоя:

$$\Delta t_1=1162-960=202^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_2=686-605=81^{\circ}\text{C}$$

Так как разница по абсолютной величине превышает 50° , то расчет повторяем при полученных в первом приближении значениях средних

температур слоев.

Второе приближение:

$$t_6=1162^{\circ}\text{C}, \quad t_{\text{ш}}=686^{\circ}\text{C}$$

$$\lambda_6 = 2,1 + 0,00215 * 1162 = 4,6 \text{ Вт/м} * \text{град},$$

$$\lambda_{\text{ш}} = 0,7 + 0,00064 * 686 = 1,14 \text{ Вт/м} * \text{град}.$$

$$R_6 = \frac{0,2}{4,6} = 0,043 \text{ м}^2 * \text{град/Вт}$$

$$R_{\text{ш}} = \frac{0,6}{1,14} = 0,526 \text{ м}^2 * \text{град/Вт}$$

$$K = \frac{1}{0,043 + 0,526} = 1,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{град}$$

$$g=1,76*(1200-250)=1672 \text{ Вт/м}^2$$

$$t_1^{\text{гп}} = 1200 - 1672 * 0,043 = 1128^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{нар}} = 1128 - 1672 * 0,526 = 249^{\circ}\text{C}$$

$$t_1^{\text{сп}} = \frac{1200 + 1128}{2} = 1164^{\circ}\text{C}$$

$$t_1^{\text{сп}} = \frac{1128 + 249}{2} = 689^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_1 = 1164 - 1162 = 2^{\circ}\text{C}, \quad \Delta t_1 = 689 - 686 = 3^{\circ}\text{C}$$

Таким образом, удельный тепловой поток равен $g=1672 \text{ Вт/м}^2$
Аналогично рассчитываем величину удельного теплового потока через все элементы кладки: дно после порога, стены бассейна, стены пламенного пространства, свод печи. Результаты расчетов представлены в таблице 6.4.

Рассчитываем площади ограждений как среднее арифметическое между внутренней и наружной поверхностью:

$$F = \frac{F_{\text{вн}} + F_{\text{нар}}}{2}$$

Примем обозначения для бассейна, пламенного пространства и свода:

b_6 – ширина бассейна, 5,5 м;

l_{61} – длина бассейна до порога, 8,6 м

l_{62} – длина бассейна после порога, 4,3 м;

$b_{п.п}$ – ширина пламенного пространства, 5,8 м
 $l_{п.п}$ – длина пламенного пространства, 14,65 м;
 $\sigma_{б}$ – толщина стены бассейна с изоляцией, 0,45 м;
 $\sigma_{п.п}$ – толщина стены пламенного пространства с изоляцией, 0,5 м;
 $\sigma_{з.к}$ – толщина свода, 0,56 м;
 $b_{з.к}$ – ширина загрузочного кармана, 4,5 м;
 $l_{з.к}$ – длина загрузочного кармана, 1,55 м;
 h_1 – высота брусьев бассейна до переливного порога, 1,1 м;
 h_2 – высота брусьев бассейна после переливного порога, 1,4 м;
 $f_{св}$ – высота подъема свода, 0,6 м;
 $f_{з.к}$ – высота арки загрузочного кармана, 0,4 м;
 α – центральный угол, при $f=1/8$ пролета $\alpha=56^\circ$
 $h_{п.п}$ – высота пламенного пространства, 2,2 м.

Площадь бассейна состоит из площади до порога и площади после порога.

Площадь дна бассейна до порога состоит из площади варочной части до порога и загрузочного кармана:

$$r_{\text{дна 1}} \quad r_{\text{вар}} \quad r_{\text{з.к}},$$

$$F_{\text{дна1}} = \left(l_{б1} + \frac{\sigma_{б}}{2} \right) * (b_{б} + \sigma_{б}) + (b_{з.к} + \sigma_{з.к}) * \left(l_{з.к} + \frac{\sigma_{б}}{2} \right)$$

$$F_{\text{дна1}} = \left(8,6 + \frac{0,45}{2} \right) * (5,5 + 0,45) + (4,5 + 0,45) * \left(1,55 + \frac{0,45}{2} \right) = 61,3 \text{ м}^2$$

Площадь бассейна после порога:

$$F_{\text{дна2}} = \left(l_{б2} + \frac{\sigma_{б}}{2} \right) * (b_{б} + \sigma_{б})$$

$$F_{\text{дна2}} = \left(4,3 + \frac{0,45}{2} \right) * (5,5 + 0,45) = 26,92 \text{ м}^2$$

Площадь стен бассейна:

$$F_{\text{ст.бас}} = h_2 * \left[2 * \left(l_{б1} + l_{б2} + l_{з.к} + \frac{\sigma_{б}}{2} \right) + (b_{б} + \sigma_{б}) \right]$$

$$F_{\text{ст.бас}} = 1,4 * \left[2 * \left(8,6 + 4,3 + 1,55 + \frac{0,45}{2} \right) + (5,5 + 0,45) \right] = 57,75 \text{ м}^2$$

Площадь стен пламенного пространства:

$$F_{\text{ст.п.п}} = 2 * F_{\text{прод}} + F_{\text{тор}} - F_{\text{гор}}$$

Площадь продольных стен:

$$F_{\text{прод}} = \left(l_{\text{п.п}} + \frac{\sigma_{\text{п.п}}}{2} \right) * h_2 = \left(14,65 + \frac{0,5}{2} \right) * 1,4 = 20,86 \text{ м}^2$$

Площадь торцевой стены:

$$\begin{aligned} F_{\text{торц}} &= \frac{2}{3} * b_{\text{п.п}} * f_{\text{св}} + b_{\text{п.п}} * h_{\text{п.п}} - \frac{2}{3} b_{\text{з.к}} * f_{\text{з.к}} \\ &= \frac{2}{3} * 5,8 * 0,6 + 5,8 * 2,2 - \frac{2}{3} * 4,5 * 0,4 = 13,89 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

Подставляя полученные значения, получим:

$$F_{\text{ст.п.п}} = 2 * 20,86 + 13,89 - (0,5 * 0,35) * 8 = 54,21 \text{ м}^2$$

Площадь свода:

$$F_{\text{св}} = \left(l_{\text{п.п}} + \frac{\sigma_{\text{п.п}}}{2} \right) * \frac{\pi * r * \alpha}{180}$$

где r – радиус свода, м, который определяется по следующей формуле:

$$r = \frac{b_{\text{п.п}} + \frac{\sigma_{\text{св}}}{2}}{2 * \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{5,8 + \frac{0,56}{2}}{2 * \sin \frac{0,56}{2}} = 6,5 \text{ м}$$

Тогда

$$F_{\text{св}} = \left(14,65 + \frac{0,5}{2} \right) * \frac{3,14 * 6,5 * 56}{180} = 93,87 \text{ м}^2$$

Расчет площади ограждения без изоляции:

1. Площадь дна до порога

$$F_{\text{дна1}} = 8,6 * 5,5 + 4,5 * 1,55 = 54,28 \text{ м}^2 .$$

2. Площадь дна после порога

$$F_{\text{дна2}} = 4,3 * 5,5 = 23,65 \text{ м}^2 .$$

3. Площадь стен бассейна

$$F = 1,4 * [2 * (12,9 + 1,55 + 5,5)] = 55,86 \text{ м}^2$$

4. Площадь стен пламенного пространства

$$F_{\text{прод}} = 14,3 * 1,4 = 20,51 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{торц}} = \frac{2}{3} * 5,8 * 0,6 + 5,8 * 2,2 - \frac{2}{3} * 4,5 * 0,4 = 13,89 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ст.п.п}} = 2 * 20,51 + 13,89 - (0,5 * 0,35) * 8 = 53,51 \text{ м}^2$$

5. Площадь свода

$$r = \frac{5,8}{2 * \sin \frac{56}{2}} = 6,2 \text{ м}$$

$$F_{\text{св}} = 14,65 * \frac{3,14 * 6,5 * 56}{180} = 88,73 \text{ м}^2$$

Расчет средней площади ограждения:

$$F_{\text{дна1,ср}} = \frac{61,3 + 54,2}{2} = 57,8 \text{ м}^2, \quad F_{\text{дна2,ср}} = \frac{26,92 + 23,65}{2} = 25,3 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ст.б,ср}} = \frac{57,75 + 55,86}{2} = 56,8 \text{ м}^2, \quad F_{\text{дна2,ср}} = \frac{54,21 + 53,51}{2} = 53,86 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{св,ср}} = \frac{93,87 + 88,73}{2} = 91,3 \text{ м}^2$$

Рассчитаем тепловой поток, теряемый через ограждения, по следующей формуле:

$$Q_{\text{огр}} = q * F * 10^{-3}$$

$$Q_{\text{дна1}} = 1672 * 57,8 * 10^{-3} = 96,5$$

$$Q_{\text{дна2}} = 2976 * 25,3 * 10^{-3} = 75,3 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ст.б}} = 3336,4 * 56,8 * 10^{-3} = 189,5 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ст.п.п}} = 5016 * 53,86 * 10^{-3} = 270,16 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{дна1}} = 3414 * 91,3 * 10^{-3} = 311,75 \text{ кВт}$$

$$\sum Q_{\text{огр}} = 96,5 + 75,3 + 189,5 + 270,16 + 311,75 = 943,1 \text{ кВт}.$$

Результаты расчета потерь тепла через кладку печи приведены в табл. 15

Элемент кладки	Материал	Толщина, м	Температура внутри	Температура наружной	Удельный тепловой	Площадь, м ²	Тепловые потери, кВт

Дно печи до порога	Бакор Шамот	0,2	120	250	167	57,	96,5
Дно печи после	Бакор	0	120	270	297	25,	75,3
Стены варочного бассейна	Бакор Шамот Ал. хр. фос	0,2 5 0,1	120	322	333	56, 8	189, 5
Стены пламенного пространства	Динас	0,5	153	210	501	53, 9	270, 1
Свод печи	Динас Кварцевый песок Динас –	0,4 0, 0 3	153	175	341	91, 3	311, 7
Итого							943,

Тепловой поток, теряемый на нагрев обратных потоков стекломассы:

$$Q_{\text{обр}} = (n - 1) * (t_1 - t_2) * C_{\text{ср}} * P_{\text{с}},$$

где n – коэффициент потока стекломассы, принимаем

$C_{\text{ср}}$ – теплоемкость стекломассы при средней температуре,

t_1, t_2 - температуры прямого и обратного потоков, °С.

$$Q_{\text{обр}} = (1,2 - 1) * (1300 - 1200) * 1,18 * 1,1574 = 27,315, \text{кВт}$$

Неучтенные потери

Принимаем неучтенные потери в сумме 5 % от прихода тепла.

$$Q_{\text{неучит}} = 0,05 * (Q_{\text{гор}} + Q_{\text{топл}} + Q_{\text{возд}} + P_{\text{эл}}) = 2718 * V$$

$$V = 0,21 \text{ нм}^3/\text{с} = 756 \text{ нм}^3/\text{ч}$$

Подставляя найденное значение расхода топлива в статьи теплового баланса, составляем тепловой баланс печи. (табл.16)

Таблица 16

Приход	Количество тепла		Расход	Количество тепла	
	кВт	%		кВт	%
1. Тепло горения топлива	7588,	66,7	1. На варку	2927,	24,
2. Тепло подогрева воздуха	77	2	2. Унос с дымовыми газами	21	46
	3829,	33,2	3. Потери излучением	6539,	57,
	22	8	4. На нагрев обратных потоков	09	97
			5. Потери в окружающую среду	344,6	3,0
			6. Потери с	27,3	7
				15	0,2
				943,	0
				1	8,5

			выбывающим газами	85,2	0
			7. Неучтенные потери	8	0,7
				570,9	7
				2	5,0
					3
Сумма	11417,	100	Сумма	11437,	10

Невязка баланса 0,17 %.

Технико-экономические показатели работы печи

Удельный съем стекломассы с площади варочного бассейна:

$$P_t = \frac{P_{\text{сут}}}{F_{\text{вар}}} = \frac{100000}{78,4} = 1275 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} * \text{сут}$$

Где $F_{\text{вар}}$ – площадь варочной части, м^2

Тепловая мощность печи:

$$Q = B * Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 7588,77 \text{ кВт}$$

Удельный расход тепла на варку:

$$Q_{\text{уд}} = \frac{B * Q_{\text{н}}^{\text{р}}}{P_{\text{сек}}} = \frac{7588,77}{1,157} = 6559 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Расход условного топлива:

$$B_y = \frac{B * Q_{\text{н}}^{\text{р}}}{P_{\text{сек}} * 29300} * 100 = \frac{7588,77}{1,157 * 29300} * 100 = 22,39\%$$

Тепловой расчет регенератора

Рассчитываем поверхность теплообмена, объем насадки и конструктивные размеры регенератора.

1. Объемы теплоносителей:

$$V_{\text{в}} = L_{\alpha} B = 11,66 * 0,21 = 2,38 \frac{\text{нм}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{д,г}} = V_{\alpha} B + V_{\text{технол. газов}} = 12,72 * 0,21 + 0,1 = 2,77 \frac{\text{нм}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{технол. газов}} = 0,1 \frac{\text{нм}^3}{\text{с}}$$

2. Распределение температур в регенераторах, работающих попеременно, где $t_{\text{в}}^{\cdot}$ и $t_{\text{в}}^{\ddot{}}$ - начальная и конечная температуры воздуха, проходящего через регенератор, приняты соответственно 700 и 100°C. $t_{\text{в}}^{\cdot}$ и $t_{\text{в}}^{\ddot{}}$ - то же, для дымовых газов, первая принята 1500°C, вторую рассчитывают.

3. Принята насадка типа Лихте. Размер ячейки ее 120×120 мм, кирпич насадочный шамотный размерами 300×150×60 мм.

Расчетом определяют последовательно: температуру выходящих дымовых газов, площадь поверхности нагрева насадки регенератора, объем и размеры регенератора.

а) поток теплоты, воспринимаемой воздухом:

$$\Phi_{\text{в}} = V_{\text{в}} * (t_{\text{в}}^{\cdot} * C_{\text{в}} - t_{\text{в}}^{\ddot{}} * C_{\text{в}}) = 2,38 * (1100 * 1,451 - 70 * 1,3) = 3582,14 \text{ кВт}$$

б) тепловой поток, вносимый дымовыми газами

$$\Phi'_{\text{д.г}} = V_{\text{д.г}} * C'_{\text{д.г}} * t'_{\text{д.г}} = 2,84 * 1,595 * 1500 = 6794,7 \text{ кВт};$$

$$C'_{\text{д.г}} = 0,079 * 2,355 + 0,173 * 1,853 + 0,716 * 1,444 + 0,032 * 1,529 = 1,595 \text{ кдж/нм}^3 \cdot \text{град.}$$

в) тепловой поток, выносимый из регенератора дымовыми газами:

$$\Phi'_{\text{д.г}} = \Phi'_{\text{д.г}} \cdot 0,8 - \Phi_{\text{в}} = 6794,7 \cdot 0,8 - 3582,14 = 1853,6 \text{ кВт},$$

где 0,8 – коэффициент, учитывающий тепловой поток, теряемый регенератором в окружающую среду.

г) температура выходящих из регенератора дымовых газов может быть определена из равенства

$$\Phi''_{\text{д.г}} = V_{\text{д.г}} C''_{\text{д.г}} t''_{\text{д.г}}, \text{ откуда } t''_{\text{д.г}} = \frac{\Phi''_{\text{д.г}}}{V_{\text{д.г}} C''_{\text{д.г}}} = \frac{1853,6}{2,84 * 1,388} = 470^{\circ}\text{C}$$

Составляем таблицу теплового баланса регенератора.

Тепловой баланс регенератора

Таблица 17

Приход	Количество теплоты		Расход	Количество Теплоты	
	кВт	%		кВт	%

С дымовыми газами	6795	100	На нагрев воздуха	3582	52,7
			Унос с дымовыми газами	1854	27,3
			Потери в окружающую Среду	1359	20,0
Итого	6795	100	Итого	6795	100

Определение площади поверхности нагрева насадки регенератора:

$$F_H = \frac{\Phi}{K_{cp} * \Delta t_{cp}}$$

Где Φ - тепловой поток, затрачиваемый на нагрев воздуха в насадке и потери его в окружающую среду регенератором, кВт;

F_H - необходимая площадь поверхности нагрева насадки, м²

K_{cp} - средний коэффициент теплопередачи в насадке за цикл работы регенератора, кДж/м·°С;

Δt_{cp} - средняя разность температур теплоносителей, °С;

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_{д.г}^{\dot{}} + t_{д.г}^{\ddot{}}}{2} - \frac{t_{в}^{\dot{}} + t_{в}^{\ddot{}}}{2} = \frac{1500 + 470}{2} - \frac{1100 + 70}{2} = 400^{\circ}\text{C}$$

Определяем K_{cp} :

$$K_{cp} = \frac{K_B + K_H}{2}$$

K_B, K_H - коэффициенты теплопередачи конвекцией и излучением для верха и низа насадки за цикл.

Рассчитываем по формуле:

$$K = \frac{3,6}{\frac{1}{\alpha_{д.г} \tau_{д.г}} + \frac{1}{\alpha_{в} \tau_{в}} + \frac{\delta}{3 * \lambda * \tau} * \left(1 - \frac{\delta_{сз}^2}{108 * \lambda * \tau}\right)}$$

Где $\alpha_{д.г}, \alpha_{в}$ - коэффициенты теплопередачи от дымовых газов насадке и от насадки воздуху, Вт/м² · °С

$\tau_{д.г}, \tau_{в}$ - продолжительность периода движения дымовых газов и воздуха, ч.

Параметры насадочного кирпича следующие: C - удельная теплоемкость, кДж/кг·°С; ρ - плотность, кг/м³; δ - толщина, м; λ -

коэффициент теплопроводности, Вт/м · °С.

Если теплоотдача происходит за счет конвекции и излучения, то

$$\alpha_1 = \alpha_{\text{к}}^{\text{д.г}} + \alpha_{\text{н}}^{\text{в}}$$

Где $\alpha_{\text{к}}^{\text{д.г}}, \alpha_{\text{н}}^{\text{в}}$ – соответственно коэффициенты теплоотдачи от дымовых газов насадке конвекцией и излучением, Вт/м² °С.

В данном случае $\alpha_2 = \alpha_{\text{к}}^{\text{в}}$, т. к. теплоотдача от насадку воздуху осуществляется только за счет конвекции (воздух – газ теплопрозрачный).

Для всех случаев

$$\alpha_{\text{к}} = \frac{1,78 * W^{0,5} * T^{0,25}}{d^{0,33}}$$

Где W – скорость дымовых газов или воздуха при их движении по насадке, м/с;

T – абсолютная температура дымовых газов или воздуха, °С;

d – гидравлический диаметр ячейки насадки, при квадратной ячейке равен размерам ее, т. е. 0,12 м.

Для определения коэффициента теплоотдачи излучением используем формулу:

$$\alpha_{\text{к}} = \frac{q_{\text{н}}}{t_{\text{д.г}} - t_{\text{н}}}$$

Где $q_{\text{н}}$ – плотность потока, передаваемого излучением насадке дымовыми газами, Вт/м².

Температура насадки

$$t_{\text{н}} = \frac{t_{\text{д.г}} - t_{\text{в}}}{2}$$

Плотность теплового потока излучением рассчитывают по формуле:

$$q_{\text{н}} = C_0 * \varepsilon_{\text{д.г}} * \left(\frac{T_{\text{д.г}}}{100}\right)^4 * A,$$

Где C_0 – коэффициент теплоотдачи излучением абсолютно-черного тела, равный 5,7 Вт/(м² · К⁴);

$\varepsilon_{\text{д.г}}$ – степень черноты дымовых газов;

A – коэффициент обратного излучения насадки;

$$A = 1 - \left(\frac{T_n}{T_{д.г}} \right)^{3,6},$$

Рассчитываем коэффициент теплообмена для верха насадки.

Принимаем скорость воздуха 0,4 м/с, тогда скорость дымовых газов составит

$$W_{д.г} = W_B * \frac{V_{д.г}}{V_B} = 0,4 * \frac{6,76}{6,15} = 0,44 \text{ м/с}$$

$$T_{д.г} = 1500 + 273 = 1773 \text{ }^\circ\text{C}, T_B = 1100 + 273 = 1373 \text{ }^\circ\text{C}$$

Для дымовых газов

$$\alpha_{к}^{д.г} = \frac{1,78 * 0,44^{0,5} * 1773^{0,25}}{0,12^{0,33}} = 15,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * ^\circ\text{C}$$

Значение $\alpha_{к}^{д.г}$ вычисляем с помощью десятичных логарифмов.

В данном случае:

$$\log \alpha_{к}^{д.г} = \log 1,78 + 0,5 * \log 0,44 + 0,25 * \log 1773 - 0,33 * \log 0,12 = 1,188$$

По антилогарифмам $\alpha_{к}^{д.г} = 15,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * ^\circ\text{C}$ Для воздуха

$$\alpha_{к}^B = \frac{1,78 * 0,40^{0,5} * 1373^{0,25}}{0,12^{0,33}} = 13,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * ^\circ\text{C}$$

Для расчета определяем:

$$t_n = \frac{1500 + 1100}{2} = 1300 \text{ }^\circ\text{C}$$

Находим коэффициент A :

$$A = 1 - \left(\frac{1300 + 273}{1500 + 273} \right)^{3,6} = 0,35$$

Степень черноты дымовых газов $\varepsilon_{д.г}$ находится по зависимости их от парциального давления P , бар (кПа), толщины излучающего слоя $S_{эф}$ м и температуры t , $^\circ\text{C}$. Общее давление газов принимаем равным 1 ат, или 100 кПа. Тогда

$$P_{CO_2} = 0,088 * 100 = 8,8 \text{ кПа}; P_{H_2O} = 0,172 * 100 = 17,2 \text{ кПа}$$

Эффективную толщину слоя газов в насадке (участвующий в излучении) принимают равной размеру ячейки насадки или 0,12 м. Находим

произведение парциального давления на толщину слоя газов:

$$P_{CO_2} * S_{\text{ЭФ}} = 8,8 * 0,12 = 1,06 \text{ кПа} * \text{м};$$

$$P_{H_2O} * S_{\text{ЭФ}} = 17,2 * 0,12 = 2,06 \text{ кПа} * \text{м}.$$

По номограммам находим степень черноты углекислоты и водяного пара дымовых газов, а также поправочный коэффициент на излучение водяного пара. Тогда

$$\varepsilon_{CO_2} + \varepsilon_{H_2O} * \beta = \varepsilon_{\text{д,г}}$$

$$\varepsilon_{CO_2}^{1500} = 0,028; \varepsilon_{H_2O}^{1500} = 0,017; \beta = 1,07$$

$$\varepsilon_{\text{д,г}} = 0,028 + 0,017 * 1,07 = 0,0462$$

Тогда

$$q_{\text{н}} = 5,7 * 0,0462 * \left(\frac{1500 + 273}{100} \right)^4 * 0,35 = 9100 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2},$$

$$\alpha_{\text{н}} = \frac{9100}{1500 + 1300} = 45,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{°C}$$

Суммируя коэффициенты излучения и конвекции, получаем:

$$\alpha_1 = 15,4 + 45,5 = 60,9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{°C}, \quad \alpha_2 = 13,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{°C}$$

Расчет параметров насадочного шамотного кирпича следующий:

$$C = 0,837 + 0,000264 * t_{\text{н}} = 1,14 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} * \text{°C}$$

$$\lambda = 0,7 + 0,00064 * t_{\text{н}} = 1,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} * \text{°C}$$

Принимаем $\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$, размеры кирпича $300 \times 150 \times 65 \text{ мм}$.

Рассчитываем К за цикл:

$$K = \frac{3,6}{\frac{1}{60,9 * 0,5} + \frac{1}{13,8 * 0,5} + \frac{0,065}{3 * 1,5 * 0,5} * \left(1 - \frac{0,065^2}{108 * 1,5 * 0,065} \right)}$$

$$= 17,5 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^2} * \text{°C}$$

Рассчитываем коэффициент теплопередачи для низа насадки подобно предыдущему расчету. Скорость воздуха и дымовых газов оставляем прежними: 0,4 и 0,44 м/с.

Температуру дымовых газов принимаем по °С:

$$T_{дг} = 470 + 273 = 743 \text{ К}, T_{в} = 70 + 273 = 343$$

Значения

для дымовых газов

$$\alpha_{к}^{дг} = \frac{1,78 * 0,44^{0,5} * 743^{0,25}}{0,12^{0,33}} = 12,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{°С}$$

для воздуха

$$\alpha_{к}^{в} = \frac{1,78 * 0,40^{0,5} * 343^{0,25}}{0,12^{0,33}} = 9,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{°С}$$

Рассчитываем коэффициент излучения дымовых газов, для чего определяем t_n и A

$$t_n = \frac{470 + 70}{2} = 270 \text{ °С}; A = 1 - \left(\frac{270 + 273}{470 + 273} \right)^{3,6} = 0,67$$

Общее давление газов, парциальные давления CO_2 и H_2O , а также произведение остаются теми же, что для верха насадки. Находим степень черноты газов при температуре 470 °С:

$$\varepsilon_{\text{CO}_2}^{470} = 0,051; \varepsilon_{\text{H}_2\text{O}}^{470} = 0,058; \varepsilon_{дг} = 0,051 + 0,058 = 0,109$$

Определяем плотность теплового потока излучением

$$q_n = 5,7 * 0,109 * \left(\frac{470 + 273}{100} \right)^4 * 0,67 = 1270 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2},$$

$$\alpha_n = \frac{1270}{470 + 270} = 6,34 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{°С}$$

Тогда

$$\alpha_1 = 12,4 + 6,34 = 18,74 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{°С}, \alpha_2 = 9,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{°С}$$

Расчет параметров насадочного кирпича следующий:

$$C = 0,837 + 0,000264 * 270 = 0,91 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} * \text{°С}$$

$$\lambda = 0,7 + 0,00064 * 270 = 0,87 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} * \text{°С}$$

Рассчитываем K за цикл:

$$K = \frac{3,6}{\frac{1}{18,7 * 0,5} + \frac{1}{9,8 * 0,5} + \frac{0,065}{3 * 0,87 * 0,5} * \left(1 - \frac{0,065^2 * 0,91 * 1900}{108 * 0,87 * 0,065}\right)}$$

$$= 14 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^2} * \text{°C}$$

Средний коэффициент теплопередачи за цикл составит:

$$K_{\text{ср}} = \frac{17,5 + 14}{2} = 15,75 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^2} * \text{°C}$$

Площадь поверхности нагрева насадки определяют по тепловому потоку, расходуемому на нагрев воздуха и теряемому в окружающую среду: $\Phi = \Phi_{\text{в}} + \Phi_{\text{о.с}}$

$$\Phi = 3582 + 1190 = 4601 \text{ кВт}; F_{\text{н}} = \frac{\Phi * 1800}{K_{\text{ср}} * \Delta t_{\text{ср}}} = 1315 \text{ м}^2$$

где множитель 1800 характеризует продолжительность цикла, с.

На каждый 1 м² зеркала варочной части печи приходится площадь поверхности насадки, равная

$$\frac{F_{\text{нас}}}{F_{\text{вар}}} = \frac{1315}{78,4} = 16,8$$

При удельной поверхности нагрева насадки типа Лихте $f_{\text{уд}} = 16,2$ объем насадки равен

$$V = \frac{F_{\text{нас}}}{f_{\text{уд}}} = \frac{1315}{16,2} = 81 \text{ м}^3$$

Длину насадки принимаем равной длине варочной части 14 м, ширина насадки – 1,5 м. Высота насадки

$$H_{\text{нас}} = \frac{V}{L_{\text{нас}} * B_{\text{нас}}} = \frac{81}{14 * 1,5} = 3,9 \text{ м}$$

В современных печах высота насадки достигает 7–8 м. Принимаем высоту насадки равной 7,5 м.

Аэродинамический расчет

Целью аэродинамического расчета является проверка, будет ли достаточным геометрический напор, возникающий в воздушном регенераторе, для компенсации потери напора на пути движения воздуха;

запас напора должен быть не менее 20 %.

Аналогичный расчет по пути движения газов, отходящих из печи, является основанием для расчета высоты дымовой трубы; регенеративные ванны печи работают на естественной тяге.

Рассчитываются только потери напора на местные сопротивления, т. к. сопротивления трения в печной системе незначительны ввиду малых скоростей движения газов и воздуха.

Площади сечений по пути движения воздуха и газов принимаются по эскизу печи.

Расчет местных сопротивлений выполняем по формуле 2.83.

$$\Delta P_{\text{м}} = \xi_{\text{м}} * \frac{W^2}{2} * \rho$$

Скорость движения газовой среды при действительных условиях

$$W_t = \frac{V_t}{F} = \frac{V_0 * \left(1 + \frac{t}{273}\right)_{\text{м}}}{F} \text{ с}$$

1. Для воздушного регенератора

$$V_0^{\text{воз}} = B * L_{\alpha}$$

Где L_{α} – действительный расход воздуха, $\text{нм}^3 / \text{нм}^3$

Геометрический напор в воздушном регенераторе

$$P_{\text{геом}}^{\text{в}} = H_{\text{р}} * (\rho_0^{\text{в}} - \rho_{\text{т ср}}^{\text{в}}) * 9,8$$

Где $H_{\text{р}}$ – высота регенератора, м.

$$\text{Запас напора } P_{\text{зап}} = P_{\text{геом}}^{\text{в}} - \sum \Delta P_{\text{м}}^{\text{в}}$$

$$V_0^{\text{воз}} = B * L_{\alpha} = 0,21 * 11,319 = 2,38 \text{ м}^3/\text{с}, \rho_0^{\text{в}} = 1,293 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Геометрический напор в воздушном регенераторе при общей конструктивной высоте регенератора $H_{\text{р}} = 9,6$ м и $\rho_{\text{ср}}^{\text{в}} = 0,41 \text{ кг}/\text{м}^3$ составит:

$$P_{\text{геом}}^{\text{в}} = 9,6 * (1,2 - 0,41) * 9,8 = 74,32 \text{ Па}$$

Таблица 18

Вид местного сопротивления	$V^{\text{возд}}$ $\text{нм}^3/\text{с}$	t , $^{\circ}\text{C}$	V , $\text{м}^3/\text{с}$	F , м^2	W $\text{м}/\text{с}$	ρ $\text{кг}/\text{м}^3$	$\frac{W_t^2}{2} * \rho$	ξ	$\Delta P_{\text{м}}$ Па
----------------------------	---	-----------------------------	--------------------------------	-----------------------	----------------------------	----------------------------------	--------------------------	-------	--------------------------------------

Вход в клапан, поворот в клапане	2,38	20	2,55	1,87	1,36	1,21	1,12	1,7	1,90
Поворот канала к регенератору	2,38	40	2,73	1,77	1,54	1,12	1,33	0,5	0,67
Разделение потока, вход в подсадочный канал	2,38	50	2,82	1,63	1,73	1,10	1,65	2,5	4,13
Поворот и вход в насадку	0,6	70	0,75	5,98	0,13	1,03	0,009	2,5	0,02
Соппротивление насадки	0,6	585	1,89	5,98	0,32	0,41	0,02	10,7	0,21
Выход из насадки	0,6	1100	3,02	5,98	0,51	0,26	0,034	2,0	0,07
Вход в горелку	0,6	1125	3,07	1,26	2,44	0,25	0,74	0,5	0,37
Сужение потока	0,6	1140	3,11	0,7	4,44	0,25	2,46	0,2	0,49
Вылет в печь	0,6	1150	3,13	0,42	7,45	0,25	6,94	1,0	6,94
ИТОГО									14,8

Тогда запас напора $P_{\text{зап}} = 74,32 - 14,8 = 59,52 \text{ Па}$

По величине запаса напора делаем вывод, что воздух в клапане будет поступать за счет разряжения в тракте.

2. Расчет местных сопротивлений и потерь давления по пути движения дымовых газов

Суммарные сопротивления по пути движения газов складываются из потерь напора на преодоление местных сопротивлений, геометрического давления, затраченного на опускание дымовых газов в регенераторе и потерь напора на преодоление сопротивлений трения, которые принимаются в размере 20 % от потерь на местные сопротивления. При расчете газового тракта учитывается, что за счет разряжения, создаваемого в системе дымовой трубой, имеет место подсос воздуха из окружающей среды, и объем газов постоянно увеличивается, достигая у основания трубы 120–130 % от первоначального.

*Местные сопротивления и потери давления по пути движения
дымовых газов из печи* *таблица 19*

Вид местного сопротивления	V м ³ /с	t , °C	V , м ³ /с	F , м ²	W м/с	ρ , кг/ м ³	$\frac{W_t^2}{2} * \rho_1$	ξ	ΔP_M Па
Влет в горелку	0,68	1550	4,54	0,42	10,81	0,19	11,10	0,5	5,55
Расширение в горелке	0,68	1525	4,48	0,70	1,54	0,20	4,10	0,3	1,23
Поворот и вход в насадку	0,68	1500	4,42	1,26	1,73	0,20	1,23	2,5	3,08
Насадка	0,68	950	3,05	5,98	0,13	0,29	0,04	10,7	0,43
Выход из насадки	0,68	450	1,80	1,63	0,32	0,49	0,30	2,5	0,75
Слияние потоков	1,37	430	3,53	1,77	0,51	0,50	0,99	4,0	3,96
Поворот канала к клапану	2,37	420	6,93	1,77	2,44	0,51	3,92	0,5	1,96
Клапан	2,90	400	7,14	0,98	4,44	0,53	3,43	1,0	3,43
Вход в канал к дымовой трубе	3,00	370	7,06	2,16	7,45	0,55	2,92	3,0	8,76
Шибер перед дымовой трубой	3,20	350	7,48	2,16	3,46	0,57	3,25	1,75	5,7
Поворот в трубу	3,28	350	7,48	2,16	3,46	0,57	3,41	2,0	6,82
ИТОГО									41,67

Таким образом

$$P_{\text{общ}} = (\Delta P_M + P_{\text{геом}} + \Delta P_{\text{тр}}) * K$$

Где $P_{\text{общ}}$ – отрицательное давление газов у основания дымовой трубы, Па
 ΔP_M – потеря давления на преодоление местных сопротивлений, Па;
 $P_{\text{геом}}$ – геометрическое давление, затраченное на опускание дымовых газов в регенераторе;

$\Delta P_{\text{тр}}$ – потеря давления на преодоление сопротивлений трения, Па

K – коэффициент запаса давления принимается равным 1,4

Плотность дымовых газов:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{д.г}} &= \sum \rho_i \\ \rho_{\text{д.г}} &= r_{\text{CO}_2} * \rho_{\text{CO}_2} + r_{\text{H}_2\text{O}} * \rho_{\text{H}_2\text{O}} + r_{\text{N}_2} * \rho_{\text{N}_2} + r_{\text{O}_2} * \rho_{\text{O}_2} \\ &= 1,3 \end{aligned}$$

Для газового регенератора:

$$V_0^{\text{в03}} = B * L_{\alpha} = 2,73 \text{ м}^3/\text{с}$$

Геометрический напор в воздушном регенераторе при $H_p = 9,6$ м и

$\rho_{950}^B = 0,29 \text{ кг/м}^3$ составит:

$$P_{\text{геом}}^B = 9,6 * (1,2 - 0,29) * 9,8 = 85,6 \text{ Па}$$

Потеря давления на преодоление сопротивлений трения

$$P_{\text{тр}} = 0,2 * 40,55 = 8,11 \text{ Па}$$

Суммарные потери напора

$$P_{\text{общ}} = (40,55^2 + 85,6 + 8,11) * 1,44 = 187,96 \text{ Па}$$

3. *Определение высоты трубы*

$$H_{\text{трубы}} = \frac{P_{\text{общ}}}{(\rho_t^B - \rho_t^{\text{д.г}}) * 9,8}$$

Где ρ_t^B – плотность окружающего воздуха для летних условий, кг/м

$\rho_t^{\text{д.г}}$ – плотность дымовых газов при температуре, которая принимается как средняя по высоте трубы, кг/м³

Принимаем ориентировочно высоту трубы 80 м. Тогда общее снижение температуры составит

$$\Delta t = H_{\text{оринт}} * v = 80 * 1,5 = 120 \text{ }^\circ\text{C}$$

Где v – падение температуры на 1 метр кирпичной трубы.

Температура газов на выходе из трубы

$$t_{\text{устья}} = t_{\text{осн}} - \Delta t = 350 - 120 = 230 \text{ }^\circ\text{C}$$

Средняя температура газов в трубе

$$t_{\text{ср}}^{\text{д.г}} = \frac{t_{\text{устья}} + t_{\text{осн}}}{2} = \frac{350 + 230}{2} = 290 \text{ }^\circ\text{C}$$

Плотности газа и воздуха: $\rho_{290}^{\text{д.г}} = 0,8 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\rho_{35}^B = 1,14 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$,

$$H_{\text{трубы}} = \frac{187,96}{(1,14 - 0,8) * 9,8} = 57 \text{ м}$$

Расчет трубы предусматривает определение ее диаметра. Из соображений устойчивости труба делается сужающейся кверху. Диаметр устья определяется из условия, что скорость выхода газов из трубы должна быть в пределах 4...8 м/с. Принимаем 4 м/с

$$F_{\text{устья}} = \frac{V_{\text{д.г}}}{W_{t \text{ устья}}}$$

Откуда диаметр устья

$$D_{\text{устья}} = \sqrt{\frac{4 * F_{\text{устья}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 1,43}{3,14}} = 1,35 \text{ м}$$

Тогда диаметр основания трубы

$$D_{\text{осн}} = 1,5 * D_{\text{устья}} = 1,5 * 1,35 = 2,0 \text{ м.}$$

Заключение

В результате выполненных расчетов показана эффективность использования для варки стекловолокна (базальтового) регенеративной ванной печи с протоком с поперечным направлением пламени. Особенностью печи является оформление студочной части в виде двух каналов с возможностью тонкого регулирования температуры стекломассы, по- ступающей на формование.

Технико-экономические показатели печи

Производительность, т/сут	100
Размеры варочного бассейна, м:	
длин	14,55
а	5,5
шири	1,07–1,37
Расход газообразного топлива, м ³ /ч	756
Удельный расход тепла, кДж/кг	6559
Удельный съём стекломассы, кг/м ² ·сут	1200
Расход условного топлива, %	22,39

Экологическая часть

Экологическая часть

На современном этапе развития общества, научно-технического прогресса все большее значение приобретает комплекс проблем, связанных с охраной окружающей среды, рациональным использованием природных ресурсов.

Решение этих проблем базируется с одной стороны, на использовании и внедрении эффективных способов установок для очистки и обезвреживания вредных веществ в промышленных выбросах. С другой стороны, на разработке основных принципов создания безотходных технологических производств.

Под окружающей нас средой понимается совокупность «чистой» природы и среды, созданной человеком. Научно-технический прогресс и связанные с ним грандиозные масштабы производственной деятельности человека в мире – созданию промышленного и сельскохозяйственного

потенциала широкому развитию всех видов транспорта, ирригации и мелиорации больших земельных плоскостей, созданию систем искусственного климата. Вместе с тем резко ухудшилось состояние окружающей среды, загрязнение атмосферы, водоемов, почвы, твердыми, жидкими или газообразными отходами достигает угрожающих размеров, происходит истощение не возобновляемых природных ресурсов в первую очередь, полезных ископаемых и пресной воды. Дальнейшее ухудшение состояния окружающей среды может привести к далеко идущим отрицательным последствиям для человечества. Поэтому охрана природы, защита и от загрязнений стала одной из важнейших проблем.

К сожалению, эти проблемы не миновали и Узбекистан, где сложилось крайне сложная экологическая проблема. Узбекистана большую тревогу вызывает острая нехватка и загрязненность водных ресурсов, в том числе поверхностных и подземных вод.

Узбекистана острой экологической проблемой можно сказать национальным бедствием стала проблем исчезновения Аральского моря. Узбекистане угрозой экологической безопасности республике является и загрязнение воздушного пространства.

В целях защиты окружающей среды работа промышленных предприятий должна быть организована таким образом, чтобы образующиеся отходы превращались в новые продукты.

Узбекистане соответствии с законом республики Узбекистан об охране природы в промышленности предприняты срочные меры по совершенствованию производства и рекуперации отходов, по созданию процессов на основе малоотходной и безотходной технологии. В настоящее время более распространенным методом решения этой проблемы является разработка эффективных очистных установок для улавливания и переработки газообразных, твердых и жидких отходов.

Эффективному решению вопросов и проблем охраны окружающей среды способствует хорошая правовая база. За годы независимости в

Республике Узбекистан были приняты законы «об охране природы» - 9 декабря 1992 г, «Об охране атмосферного воздуха» - 27 декабря 1996 г, закон «О воде и водопользовании» - 6 мая 1993 г, закон « Об отходах » - 5 апреля 2002 г.

Производство изделий из стекла связано с образованием большого количества отходов и выбросов, можно классифицировать по физико-химическим состоянию следующих образам твердые отходы стекло бой, сырьевые материалы цехов подготовки шихты в виде пыли, порошковые отходы цехов обработки сортовой посуды, суспензии и шламы (сливы и осадки систем пыли газопулавливания и очистки сточных вод) ;сточные воды сливы замасливателя в производстве стекловолкна; газообразные выбросам относятся отходящие газы стекловаренных печей, содержащие оксиды азота и серы, соединение свинца, фтора, фосфора и бора, оксиды углеводорода, дымовые газы сушильных цехов подготовки шихты, газовые выбросы и воздух со стадий закалки и охлаждения стекла.

Технология стекла включает две основных стадии: подготовка сырьевых компонентов с получением шихты и стекловарении с получением стеклоизделие.

Концентрация пыли в воздуха отделения подготовки сырья и приготовление шихты может достигать сотен и даже тысяч миллиграмм на кубических метров. Наибольшим пыление характерно для доломита известняка (мела), полевого шпата, карбоната натрия и борной кислоты.

Газообразные выбросы включая соединение углерода серы и азота. Оксиды углерода смеси продуктами сжигания углеводородных видов топлива. При наличии достаточного количества кислорода вес объем оксида углерода (II) CO окисляется до оксида углерод(IV) CO₂. Максимальный содержание CO в газе будет при коэффициенте избытка воздуха равном 1 (при сжигании природного газа содержание CO составляет 9, моторного топлива 12, мазута 13-14%).

Стекольный бой используют как добавку к шихте, и принимается в виде обратного стекла боя и отходов потребления. В среднем на заводах использование боя состоит 35% от общего количества шихты, из них отходы собственного производства состоит 21% от сваренной стекломассы.

Предприятия стекольного производства является источником выбросов в окружающую среду целого ряда токсичных газов, пылей, твердых отходов. На данных предприятиях пыль в основном выделяется в процессах транспортировки сырья, переработке сырья, в процессах измельчения, дробления, а также определенное количество пыли уносится с дымовыми газами. Газовые выбросы выделяются при сжигании различных видов топлива, при термической обработке и обжиге выпускаемой продукции.

Сточные воды образуются при очистке газопылевых выбросов мокрым способом, при промывке трубопроводов и оборудования, в системах охлаждения. Все образующиеся выбросы необходимо обезвреживать и очищать в специальных очистных сооружениях.

Твердые отходы образующиеся при формовке и при соответствующей обработке могут использоваться в качестве добавки к основному сырью.

Для очистки атмосферного воздуха от токсичных газов применяются следующие основные методы:

1. Абсорбция – улавливание газов путем растворения их в жидкости.
2. Адсорбция – основана на использовании физического свойства некоторых твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективности извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты газовых смеси.
3. Каталитический – этим методом превращают токсичные компоненты промышленных выбросов в вещества безвредные или менее безвредные для окружающей среды путем введения в систему дополнительных веществ.
4. Термический – применяются для обезвреживания промышленных газообразных отходов сложного состава путем

высокотемпературного(800-1200°C) сжигания примесей в пламенных печах и факелах. При этом углеводороды окисляются до безвредных продуктов - CO₂, H₂O.

Если выбросы газообразных веществ не превышают рассчитанные предельно допустимые выбросы, то допускается их рассеивание в атмосферном воздухе через трубы высотой 25-30 и более метров.

Для очистки промышленных выбросов от частиц пыли применяются основные методы:

1. Механические методы (гравитационные, инерционные, центробежные)
2. Мокрые методы очистки
3. Метод фильтрации
4. Электростатический метод
5. Очистка с помощью звука и ультразвука

Наиболее широко для улавливания мелкодисперсной пыли применяются циклоны различных типов. Принцип работы циклона основан на действии центробежной силы, под влиянием которой частицы пыли прижимаются к стенкам аппарата, теряют скорость и падают через нижнюю коническую часть к выпускному отверстию в сборник пыли. Очищенный воздух с мелкой пылью выбрасывается вверх через выходную трубу.

Принцип действия инерционных пылеуловителей основан на том, что скорость запыленного потока изменяется по величине и направлению. При резком изменении движения газового потока частицы пыли под воздействием инерционной силы будут стремиться перемещаться в прежнем направлении и в дальнейшем могут быть выделены из этого потока.

В аппаратах мокрой очистки запыленный воздух орошается жидкостью. При этом частицы пыли, смачиваясь тяжелеют, смешаются и отводятся в виде сточной жидкости. Мокрые пылеуловители разделяются на скрубберы Вентури, форсуночные и центробежные скрубберы, аппараты ударно-инерционного типа и др.

Метод фильтрации широко используется для тонкой очистки вентиляционного воздуха от примесей, а также для промышленной и санитарной очистки газовых выбросов. Процесс фильтрации заключается в задержании частиц примесей на пористых перегородках при движении через них дисперсной среды.

Для очистки выбросов от мелкодисперсной пыли используются электрофильтры, которые работают следующим образом. Между двумя осудительными поверхностями (электродами) натянута ряд проводов. Запыленный газ движется между электродами и при подаче высокого напряжения частицы пыли заряжаются и прижимаются к осудительным электродам. Отделение пыли с электродов производится с помощью механизмов встряхивания или смывания водой.

Сточные воды образующиеся на предприятиях делятся на следующие виды:

1. Производственные стоки, вода использованная в технологическом процессе
2. Бытовые стоки
3. Атмосферная вода

Сточные воды могут быть загрязнены крупными и мелкими взвешенными частицами, растворенными органическими и неорганическими веществами. Для очистки от расплавах неорганических веществ применяются методы выпаривания, химическая осадения, электродиализа, нейтрализации.

Для очистки от растворов органических веществ применяют биологическую очистку, адсорбцию, ионный обмен, отдувни газами, химическим осадением, электрохимическим методы и др.

При очистке сточных вод стекольного производства принимают методы фильтрации, осадения, флотации, электрофлотации, нейтрализации. Перспективными являются методы использующие мембранной технологий, электрокоагуляцию, озонирования, биологический очистку.

В производстве стекла основным стоками является: промывающие воды из цехов подготовки сырья, промывные воды, образующиеся при получении стекловолокна.

Возможны следующие пути использования сточных вод на предприятиях.

1. Использование сточных вод в системах оборотного водоснабжения цехов.
2. Использование очищенных сточных вод одних предприятий для технического водоснабжения других предприятий.
3. Использование очищенных городских сточных вод для технического водоснабжения предприятий.

Газопылевые выбросы в атмосферу и их очистка

Источник и выброса газов и пыли в атмосферу	Состав выбросов	Количество выбросов, м ³ /ч		Количество выбросов, м ³ /ч		П Д В	Методы очистки очистного установки	Рекуперация выбросов
		Газообразные	пылевой	Выбросы без очистки	Подается на очистку			
Склад сырьевых компонентов	Пыль неорган.		0,47		0,47	0,0059	Циклон рукавные фильтры	Уловлен пыль возвращают в производства
Линия подготовк и песка	Пыль неорган.		0,678		0,678	0,81		
Печь стекловарения	Пыль неорган.		6,0		6,0	37,5		

Отделение выработки	NO ₂ SO ₂ MnO FeO HF Пыль	6,0			6,0			Циклон фильтр
Печь отжига		0,72			0,72			Абсорбер

Склад сырья:

$$\text{ПДВ} = \frac{0,5 \cdot 22^2 \cdot \sqrt[3]{0,47 \cdot (32-20)}}{200 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1} = 0,0059 \text{ г/с}$$

Отделение подготовки песка

$$\text{ПДВ} = \frac{0,5 \cdot 22^2 \cdot \sqrt[3]{0,678 \cdot (32-20)}}{200 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1} = 0,81 \text{ г/с}$$

Печь стекловарения (пыль неорганический)

$$\text{ПДВ} = \frac{0,5 \cdot 60^2 \cdot \sqrt[3]{6 \cdot (350-20)}}{200 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1} = 37,5 \text{ г/с}$$

Отделение выработки

$$\text{ПДВ} = \frac{0,095 \cdot 22^2 \cdot \sqrt[3]{6 \cdot (50-20)}}{200 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 1,15 \text{ г/с}$$

ПДК(SO₂)=0,5 г/с ; ПДВ(SO₂)=6,77 г/с

ПДК(HF)=0,02 г/с ; ПДВ(HF)=0,27 г/с

ПДК(MnO)=0,005 г/с ; ПДВ(MnO)=0,067 г/с

ПДК(FeO)=0,4 г/с ; ПДВ(FeO)=5,42 г/с

ПДК(CH₃COOH)=0,2 г/с ; ПДВ(CH₃COOH)=2,71 г/с

ПДК(мет. пыль)=0,5 г/с ; ПДВ(мет. пыль)=2,256 г/с

ПДК(абразив. пыль)=0,5 г/с ; ПДВ(абразив. пыль)=2,256 г/с

Печь отжига

$$\text{ПДВ} = \frac{0,085 \cdot 22^2 \cdot \sqrt[3]{0,72 \cdot (250-20)}}{200 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1} = 1,11 \text{ г/с}$$

$$\text{ПДВ} = \frac{0,5 \cdot 22^2 \cdot \sqrt[3]{0,72 \cdot (250-20)}}{200 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1} = 6,53 \text{ г/с}$$

Твердые отходы и их утилизация

Наименование процесса	Вид отходов	Кол. Отходов на ед. гот. прод	Состав отходов		Использование отходов		Неиспользуемые отходы и способы их обезвреживания
			Соед. осн. Компонента	Соединения примесей	На своей пред.	реализация	
Отсев песка и полевого шпата	песок	100 кг/сут	SiO ₂ Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ Na ₂ O K ₂ O		Исп-ся как добавка к осн. сырью		
Варка стекла	брак	21% от сварен. стекла	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ CaO MgO Na ₂ O K ₂ O		Добавка к шихте		

Охрана труда

Охрана труда

В последние годы наблюдается улучшение условий труда на промышленных предприятиях. Однако, существуют производственные недостатки, под воздействием которых происходят несчастные случаи, отравления, заболевания людей. Практические работы по претворению в жизнь решения Правительства Узбекистана в области охраны труда определяются в значительной мере общим трудовым законодательством его - составной частью - законодательством об охране труда. Трудовое законодательство в Узбекистане основано на системе правовых мероприятий, осуществляемых в соответствии с Конституцией Республики.

Основные законодательные акты по охране труда:

1. Конституция Республики Узбекистан, принятая 8 декабря 1992 года;
2. Закон Республики Узбекистан «Об охране труда», принятый 6 мая 1993 года;
3. Трудовой Кодекс Республики Узбекистан, введенный в действие в 1 апреля 1996 года.

В промышленности действует «Положение о единой системе организации работ по охране труда». Это комплекс положений, методических указаний и рекомендаций, определяющих и регламентирующих единый порядок организации работы для создания и обеспечения безопасных и производительных условий труда.

Безопасность предприятия зависит от правильного выбора территории, расположения на ней зданий и сооружений. Следует также предусмотреть меры защиты его от вредных выделений, от переброски огня и действия взрыва с соседних территорий.

В целях обеспечения социальной защиты работающих на предприятии согласно Законам Республики Узбекистан: «Трудовой кодекс Республики Узбекистан» от 10.11.1996 г., «Об охране труда» от 6.05.93 г., «О Государственном пенсионном обеспечении граждан Республики Узбекистан» от 3.09.93 г., Постановлений Кабинета Министров РУз «Об утверждении список производств, учреждений, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на пенсию на льготных условиях» № 250 от 12.05.94 г., «Об утверждении нормативных актов необходимых для реализации Законов Республики Узбекистан»: «О Государственном пенсионном обеспечении граждан РУз» № 249 от 11.05.94 г., № 610 от 28.12.2004 г., №ЗРУ-272 от 22.12.2010 г., а также Постановления Министерства труда РУз и Министерства социального обеспечения РУз «Об утверждении разъяснения о порядке применения Списков № 1, № 2 и № 3 производств, учреждений, работ и профессий, должностей и показателей, дающих право на льготное пенсионное обеспечение» № 6/21 105-1043 от 28.06.94 года были проведены лабораторно-инструментальные исследования

по аттестации рабочих мест по условиям труда согласно «Методики оценки условий труда и аттестации рабочих мест по условиям труда», утвержденной Постановлением Министерства труда РУз № 1/5 от 17.03.96 г.

Предприятия, выделяющие производственные вредности (газ, пыль, копоть, неприятные запахи, шум), не допускаются располагать по отношению к ближайшему жилому району с наветренной стороны для ветров преобладающего направления и надлежит отделять от жилых районов санитарными защитными зонами (разрывами) для предприятий: I класс - 1000 м; II класс - 500 м; III класс - 300 м; IV класс - 100 м; V класс - 50 м. Предприятие производства стекловолокна III классу и санитарная защитная зона является 300 м.

Все здания, сооружения, склады располагаются по зонам в соответствии с производственными принципами, характером опасности и режимом работы.

Особое внимание уделяется обеспечению пожарной безопасности, защите населения от выбросов вредных веществ производства, размещению предприятия с учётом направления «Розы ветров» согласно СНиП 2.01.01-83.

Для всех производств химической промышленности предусматриваются: гардеробные, душевые, умывальники и, в зависимости от характера производств, сушилки, камеры обезвреживания, обеспыливания одежды (дозиметрические камеры).

Параметры микроклимата воздушной среды, которые обуславливают оптимальный обмен веществ в организме и при которых нет неприятных ощущений и напряженности системы терморегуляции организма, называют комфортными или оптимальными.

Условия, при которых нормальное тепловое состояние человека нарушается, называются дискомфортными. Методы снижения неблагоприятных воздействий в первую очередь производственного микроклимата осуществляются комплексом технологических, санитарно-

технических, организационных и медико-профилактических мероприятий: вентиляция, теплоизоляция поверхностей источников теплового излучения (печей, трубопроводов с горячими газами и жидкостями), замена старого оборудования на более современное, применение коллективных средств защиты (экранирование рабочих мест либо источников, воздушные душирования и т.д.) и др.

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека. Метеорологические условия или микроклимат, зависят от теплофизических особенностей технологического процесса, климата, сезона года, условий отопления и вентиляции.

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

Для поддержания параметров микроклимата на уровне, необходимом для обеспечения комфортности и жизнедеятельности, применяют вентиляцию помещений, где человек осуществляет свою деятельность. Оптимальные параметры микроклимата обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

Медицинскими противопоказаниями для выполнения работ, связанных с поступлением в воздух рабочей зоны мучной, силикатсодержащей пыли являются:

- хронические заболевания бронхолегочной системы,
- хронические заболевания глаз (век, конъюнктивы, роговицы, слезовыводящих путей),
- хронические заболевания кожи,
- аллергические заболевания,
- заболевания центральной нервной системы.

Система вентиляции представляет собой комплекс устройств, обеспечивающих воздухообмен в помещении, т.е. удаление из помещения загрязненного, нагретого, влажного воздуха и подачу в помещение свежего, чистого воздуха. По зоне действия вентиляция бывает общеобменной, при которой воздухообмен охватывает все помещение, и местное, когда обмен воздуха осуществляется на ограниченном участке помещения. По способу перемещения воздуха различают системы естественной и механической вентиляции.

Наличие достаточного количества кислорода в воздухе – необходимое условие для обеспечения жизнедеятельности организма. Снижение содержания кислорода в воздухе может привести к кислородному голоданию – гипоксии, основные признаки которой – головная боль, головокружение, замедленная реакция, нарушение нормальной работы органов слуха и зрения, нарушение обмена веществ.

Необходимым условием обеспечения комфортности и жизнедеятельности человека является хорошее освещение. Неудовлетворительное освещение является одной из причин повышенного утомления, особенно при напряженных зрительных работах. Продолжительная работа при недостаточном освещении приводит к снижению производительности и безопасности труда. Освещение рабочего стола – важный фактор создания нормальных условий труда.

Хорошее освещение оказывает положительное психологическое воздействие на рабочего, способствует повышению производительности труда. В зависимости от источника световой энергии, освещение делят на естественное, искусственное, совмещенное. Для искусственного освещения применяют люминесцентные лампы с высокой световой отдачей и продолжительным сроком службы. Применяются лампы ЛБ (белый свет) и ЛТБ (тепlobелый свет) мощностью 20, 40 и 80 Вт. Лампы должны быть размещены параллельно светопроемам и равномерно по потолку. В проектируемом цехе производятся малой и средней точности в зависимости

от габаритов детали. Искусственное освещение зданий должно удовлетворять требованиям СНиП 2.01.05.98.

Шум и вибрация представляют собой колебания материальных частиц газа, жидкости, твердого тела. В химической промышленности некоторые производственные процессы сопровождаются значительным шумом, вибрацией и сотрясениями.

Для борьбы с шумом, сотрясениями принимаются предупредительные меры при проектировании, планировке, строительстве объектов: выбор бесшумных прессов оборудования; использование звукопоглощающих, звукоsumмирующих и вибросуммирующих материалов; размещение шумных цехов и отдельных агрегатов в отдельных помещениях и меры эксплуатационного характера.

Существует несколько способов борьбы с вибрацией: отстройка от режимов резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющихся систем; снижение вибрации в источнике – исключением резонансных режимов работы оборудования; виброгашение; виброизоляция – дорогостоящий метод; вибродемпфирование; индивидуальные средства защиты (спец. рукавицы, обувь и др.).

Под действием электрического тока происходят нарушения основных физиологических функций организма—дыхания, работы сердца, обмена веществ, а также электролиз крови и другие изменения в нем. Действие электрического тока может быть местным и общим.

Для защиты людей от поражения электрическим током в условиях производства применяют безопасные токи, изоляцию проводов, механические ограждения, защитное заземление, зануление, блокировочные устройства, автоматически устраняющие опасность поражений, защитные средства.

Электротехническими средствами защиты человека от токопроводящих частей оборудования и земли являются: изолированные подставки, галоши, перчатки.

К мероприятиям техники безопасности относятся:

а) наглядные пособия инструкции по ТБ на рабочих местах, проводимый вводный инструктаж на рабочем месте при поступлении на работу, повторный, текущий, ежегодное обучение по ТБ, аттестация. Все эти мероприятия дает возможность познакомить или напомнить правило ТБ при исполнении своих обязанностей;

б) спецодежда, спецпитание, средства защиты /противогаз/ - обеспечивает безопасность работы и предотвращение заболеваний.

На предприятиях химической промышленности должны быть вспомогательные здания и помещения для отдыха, приёма пищи, хранения, стирки, ремонта и обезвреживания одежды, культурного и санитарного обслуживания и т.п. Состав и устройства бытовых помещений определяются нормами проектирования санитарно-бытовых помещений промышленных предприятий (СНиП 2.04.02- 87, СН-245-71.СНиП-2.01.02.04)

Для всех производств химической промышленности предусматриваются: гардеробные, душевые, умывальники и, в зависимости от характера производств, сушилки, камеры обезвреживания, обеспыливания одежды (дозиметрические камеры).

Важное значение в Узбекистане имеет государственный пожарный надзор, который осуществляется Главным управлением пожарной охраны (ГУПО) министерства внутренних дел Республики Узбекистан, управлениями, отделов внутренних дел исполкомов, областных, городских и районных советов народных депутатов. Предприятия переработки нефти являются пожаро- и взрыво-опасными объектами.

Согласно норм технологического проектирования (ОНГП 24-86) Определить категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности все производства (при помещения) в зависимости от используемых при получаемых веществ подразделяются по взрывной и

пожарной опасности на пять (А,Б,В,Г,Д) категорий. Данное предприятие относится к категории Г.

Пожарная безопасность зданий, сооружений в большой мере определяется степенью его огнестойкости, которая зависит от возгораемости и огнестойкости конструктивных элементов здания. Согласно строительным нормам и правилам (ОНТП-24-86,СниП-2.01.02-04) строительные материалы и конструкции делятся на три группы возгораемости: негоряемые, трудногоряемые и сгораемые.

Степень огнестойкости зданий и сооружений характеризуется группой возгораемости и пределом огнестойкости строительных конструкций. Согласно СНИП-2.09.04-87, СНИП-2.01.02-04 ОНТП-24-86 принято пять степеней огнестойкости.

В промышленности при проектировании зданий предусматривают безопасную эвакуацию людей в случае возникновения пожара. Путём эвакуации называют проходы, коридоры, площади, лестницы, ведущие к эвакуационному выходу, обеспечивающие безопасное движение людей в течение необходимого времени эвакуации. Количество эвакуационных выходов с каждого этажа и из помещений принимают не менее двух.

Основными современными огнетушащими веществами, применяемыми в практике пожаротушения являются: вода, песок, пены, поверхностно-активные вещества, порошки, углекислота, инертные газы и др. на основе этих веществ разработаны огнетушители типа: ОП, ОХП и др.

Особое внимание стоит уделять мероприятиям режимного характера: курению в неустановленных местах, производство сварочных работ.

Меры пожарной безопасности:

- наличие необходимого количества выходов
- наличие в цеху ящиков с песком
- пожарная сигнализация

Пожарная связь и сигнализация имеют большое значение для осуществления мер по предупреждению пожаров, способствуют

своевременному их обнаружению и вызову пожарных подразделений к месту возникновения пожара, а также обеспечивают управление и оперативное руководство работами при пожаре. В предприятиях должны организована добровольная пожарная дружина.

Комплекс защитных устройств от молнии, обеспечивающих безопасность людей, сохранность зданий и сооружений, оборудования и материалов от взрывов, загара и разрушений называются - молниезащитой. При проектировании молниезащиты (СН-305-87)СН-2.01.03.96., различают защиту от прямых ударов молнии, электрической и электромагнитной индукции и от заноса высоких потенциалов через надземные и подземные металлические конструкции.

Способ защиты от молнии выбирают в зависимости от назначения здания (сооружения), интенсивности грозовой деятельности в данном регионе, ожидаемого количества поражений молнией в год.

Гражданская защита

Гражданская защита

Узбекистан обладая автономными энергетическими и водными системами, является связывающим звеном между государствами региона. Огромные богатства, наземные и подземные, дают возможность в корне изменить и в дальнейшем расширить те отрасли, которые обеспечивают республике вход на мировой рынок.

По ландшафту 40% территория Узбекистана расположена в предгорных и горных районах на которой проживает более 18 млн. человек, Республика имеет большую разветвленную ирригационную сеть и водохранилища с большими объемами воды. В промышленном отношении Узбекистан занимает одно из первых мест в центрально-азиатском регионе. Территория

Республики связывает большое количество транспортных, как внутренних, так и внешних коммуникаций; трубопроводных, энергетических, воздушных, железнодорожных, автомобильных.

На территории Узбекистана имеются регионы опасные в экологическом, а значит и в эпидемиологическом отношении, такие как приаралье.

Обобщая все вышеперечисленное, можно сделать вывод, что причинами возможных ЧС в Узбекистане могут быть:

1. Техногенного характера
2. Природного характера
3. Экологического характера.

При проявлении террористической деятельности преступных организаций на территории предприятия, могут выйти из строя механизмы основных сооружений, нарушится технологический режим деятельности объекта, в последствии чего может усложниться экологическая и эпидемиологическая обстановка в городе Ташкенте.

По сейсмическому районированию территория предприятия относится к зоне с сейсмичностью 9 баллов.

В результате землетрясения силой 9 баллов при полном разрушении, прогнозируемый объем разрушений составит 20 % от первоначального объема зданий и сооружений.

Очаги пожара могут возникнуть вследствие землетрясения, неосторожного обращения рабочими и служащими с легковоспламеняющимися веществами материалами, а также вследствие замыкания линий электропередачи, электронагревательных приборов, нарушения правил пожарной безопасности и вследствие грозových разрядов.

При возникновении пожаров, рабочие и служащие могут получить ожоги разной степени. Кроме того, распространение дыма может травмировать дыхательные пути и нарушить нормальную производственную деятельность.

Основными факторами, способствующими повышению риска распространения инфекционных заболеваний является разрушение коммуникационных сетей, водоснабжения и канализации, в результате стихийных бедствий, производственных аварий, и т.п., а также вывода из строя предприятия.

При возникновении производственной аварии с выбросом максимального количества СДЯВ (силикатсодержащая пыль) в атмосферу на предприятии при благоприятных метеоусловиях (инверсия, скорость ветра 1 м/сек) произойдет заражение территории предприятия и ближайшая территория вокруг предприятия, распространение облака зараженного воздуха с поражающей концентрацией (Г) 1,7 км, шириной зоны химического заражения (Ш) 0,05 км, площадь зоны возможного заражения составит (S) 0,05 км², в зону заражения попадут производственный персонал и жилые массивы.

Ураганов и бурь разрушительной силы на территории предприятия могут сопровождаться разрушениями ветхих строений (помещения скважин), сносом крыш с производственных зданий и навеса гаража, разрушениями линий электропередачи и связи, что может привести к остановке деятельности сооружения.

В целях предупреждения или снижения последствий крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий на объекте организуется:

- совершенствование системы оповещения и связи в ЧС;
- подготовка к эвакуации работников, членов их семей и материальных ценностей;
- поддержание в постоянной готовности формирований ГЗ объекта;
- создание резервов материальных средств, необходимых для предупреждения и ликвидации последствий крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий;

- подготовка работников объекта к действиям в различных ситуациях и при стихийных бедствиях;
- выполнение мероприятий по обеспечению устойчивого функционирования существующих систем очистки и обеззараживания сточных вод при разрушении отдельных элементов технологического оборудования;
- создание запасов гипохлорита-натрия, обеспечивающих 10-ти дневную работу.

С получением сигнала оповещения (соответствующей информации, предупреждения) об угрозе возникновения чрезвычайной ситуации Начальник ГЗ вводит режим повышенной готовности.

Исходя из сложившейся обстановки организуется проведение соответствующих мероприятий согласно «Календарному плану».

а) при угрозе совершения террористических актов:

- доведение полученной информации до начальников объектов попавших в зону ЧС;
- организация взаимодействия с компетентными органами Управления действиями организуется исходя из конкретных условий;
- перевод командно-руководящего состава на круглосуточное дежурство
- перевод дежурно-диспетчерской службы в режим повышенной готовности;
- выполнение мероприятий по обеспечению безопасности персонала и сохранение общественного порядка;
- приведение в готовность сил и средств ГЗ;
- усиление контроля режима работы сооружения.

О всех установленных отклонениях от принятого технологического режима, а также нарушениях установленного порядка охраны объекта немедленно сообщать в штаб ГЗ ГАК«Узкимёсаноат»:

- приведение в готовность средств индивидуальной защиты и аварийного запаса материалов.

б) при угрозе возникновения землетрясения

- оповещение руководящего состава об угрозе возникновения землетрясения;
- перевод дежурно-диспетчерской службы в режим повышенной готовности;
- сбор командно-руководящего состава с целью уточнения мероприятий, обеспечивающих наибольшую безопасность персонала, снижение ущерба и предотвращения возникновения вторичных факторов ЧС;
- приведение в готовность средств индивидуальной защиты, средств пожаротушения, табельного имущества формирований ГЗ;
- проведение профилактических мероприятий по снижению возможного ущерба и возникновения вторичных факторов (противопожарные мероприятия, возможное обесточивание ненадёжных участков электросети и т.п.);
- уточнение списочного состава персонала, занятого в производстве (посменно);
- приведение в готовность сил и средств ГЗ, уточнение планов их действий
- организация обеспечения общественного порядка;
- усиление наблюдения и контроля за режимами производственного процесса и состоянием окружающей природной среды;

в) при угрозе катастрофического затопления:

- доведение полученной информации до руководящего состава;
- подготовка персонала к проведению эвакуации (уточнение состава и численности, определение потребности автотранспорта);
- подготовка материальных ценностей и документации к быстрому вывозу из зоны затопления;
- подготовка мест для принятия эвакуируемых и материально-технических средств для первоочередного жизнеобеспечения эвакуируемых;
- организация обеспечения общественного порядка.

г) при угрозе возникновения производственных аварий с выбросом СДЯВ в атмосферу:

- оповещение и сбор руководящего состава;
- перевод дежурно-диспетчерской службы в режим повышенной готовности;

- уточнение мероприятий, обеспечивающих наибольшую безопасность персонала и населения, попадающих в зону возможного заражения;
- приведение в готовность средств индивидуальной защиты, средств ГЗ для ликвидации последствий ЧС;
- приведение в готовность формирований ГЗ;
- усиление контроля за состоянием окружающей природной среды.

д) при угрозе возникновения неблагоприятной эпидемиологической обстановки:

- оповещение и сбор руководящего состава;
- перевод дежурно-диспетчерской службы в режим повышенной готовности;
- перевод лаборатории химико-бактериологического анализа в режим повышенной готовности;
- организация взаимодействия с органами санэпиднадзора и состояния окружающей природной среды;
- усиление контроля состояния окружающей природной среды.

е) при угрозе возникновения пожара:

- оповещение и сбор руководящего состава;
- перевод дежурно-диспетчерской службы в режим повышенной готовности;
- проведение профилактических мероприятий по обеспечению наибольшей безопасности ;
производственного персонала и снижению возможного ущерба (противопожарные мероприятия: возможное обесточивание ненадёжных участков электросети, эвакуация горючих материалов и ГСМ и т.п.);
- приведение в готовность средств индивидуальной защиты, средств пожаротушения, табельного имущества формирований ГЗ;
- уточнение списочного состава персонала, занятого в производстве (посменно);
- приведение в готовность сил и средств ГЗ, уточнение планов их действий
- усиление наблюдения и контроля над режимами производственного процесса и состоянием окружающей природной среды.

Привлекаются:

- обеспечение пищей, подменной одеждой и обувью – совместно со службой материально-технического снабжения ГАК «Узкимёсаноат»;
- средства индивидуальной защиты – Начальник ГЗ объекта;
- автотранспорт, ГСМ и техникой - совместно со службой материально-технического обеспечения ГАК «Узкимёсаноат».

По решению Начальника ГЗ города (района) для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ привлекаются специализированные формирования городских (районных) служб.

- Управление по чрезвычайным ситуациям города Ташкента,
- Медицинская служба,
- Управление внутренних дел (ГУВД),
- Служба обеззараживания территорий,
- ЦГСЭН,
- Служба пожарной охраны.

Общее руководство по проведению спасательных и других неотложных работ осуществляет Начальник ГЗ ГАК «Узкимёсаноат».

Управление мероприятиями при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций осуществляется начальником ГЗ предприятия по постоянно действующим каналам связи. Оповещение руководящего состава и работников осуществляется дежурно-диспетчерской службой согласно схеме оповещения.

Схема организации гражданской защиты на предприятии

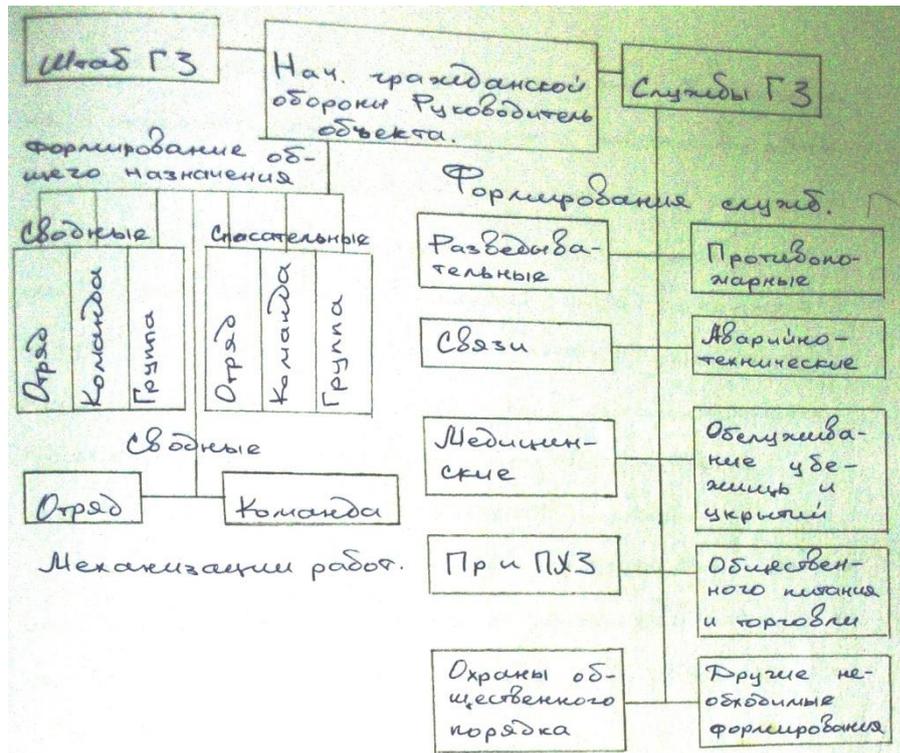
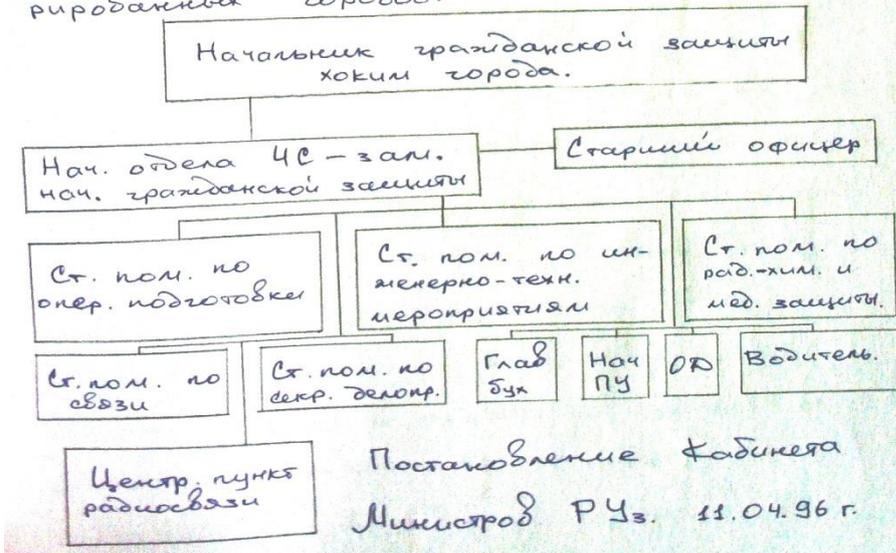


Схема структуры отдела ЧС категоризированных городов.



Экономическая часть

Экономическая часть

Наименование продукта	Ед. изм	Цена годовое		Выпуск
		Единицы сум	В натуральном выражении	В стоимостном выражении
Стекловолокно	м ³	61326	1155000	70831530
Итого:				

К производственным материальным затратам относятся:

1. Приобретаемые со стороны сырье и материалы, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимым компонентом при изготовлении продукции.
2. Покупные материалы, используемые в процессе производства продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемые на другие производственные нужды, а также запасные запчасти для ремонта оборудования.
3. Покупные, комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке на данном предприятии.
4. Приобретаемые со стороны топливо всех видов расходуемое на технологические цели, выработку всех видов энергии, отопление здания, транспортные работы по обслуживанию производства, выполняемые транспортом хозяйствующих субъектов.
5. Поручная энергия всех видов расходуемая на технологические, транспортные и другие производственные и хозяйственные нужды.
6. Затраты на приобретение тары и упаковки полученной от поставщиков материальных ресурсов.

Расчет прямых и косвенных материальных затрат, включаемых в
себестоимость продукции

№	Наименование материальных ресурсов	Единица изм.	Цена за ед. изм. сум	Норма расхода		Ед. прод. сум	Годовой выпуск тыс. сум
				На ед. прод.	На годов. выпуск		
1	Электроэнергия	т.кВт	112000	0,188		21056	24319680
2	вода	м ³	103	0,1		10	11550

	Итого					21066	24331230
--	-------	--	--	--	--	-------	----------

Калькуляция себестоимости продукции стекловолокна

Годовой выпуск 1155000 м³

Калькулируемая единица продукции 1м³

№	Наименование статей затрат	В пересчете на ед. продукции	В пересчете на годовой объем т. сум
1	Прямые затраты на материалы	21066	24331230
2	Прямые затраты на труд	14100	16285500
3	отчисления	10998	12702690
4	Основная з/плата	3102	3582810
5	Прочие прямые и косвенные затраты. Включая накладные расходы производственного назначения, в т.ч.	15660	18087300
6	Амортизация основных фондов и нематериальных активов производственного назначения	10500	12127500
7	Итого производственная себестоимость	61326	70831530
8	прибыль	18398	21249690
	Рентабельность (теоретический) %	30	

Основная технико-экономические показатели производства

стекловолокна

№	Наименование показателей	Единица измерения	Показатели проекта
---	--------------------------	-------------------	--------------------

1	Годовой выпуск продукции в натуральном выражении	м ³	1155000
2	Себестоимость процесса перемешивания ед. продукции	сум/ед.	61326
3	Себестоимость годового выпуска продукции	тыс. сум	70831530
4	Необходимая прибыль	тыс. сум	21249690
5	Рентабельность продукции	%	30
6	З / плата рабочего за месяц	сум	533000
7	З / плата цехового персонала за месяц	сум	527000

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов И.А. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. Т.: Узбекистан;
2. Доклад президента Р. Уз И.А. Каримова на заседании кабинета министров, посвященном «Итогам социально-экономического развития страны в 2012

- году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2013 год» - Ташкент (18.01.2013);
3. Химическая технология стекла и ситаллов. Под.общ.ред. Павлушкина Н.М. М. Стройизат, 1983. 432 стр.
 4. Бобкова Н.М., Дятлова Е.М., Куницкая Т.С. Общая технология силикатов. –Минск:Высшая школа, 1987.-288 с.
 5. Общая технология силикатов. /Под общ.ред. Пащенко А.А. –Киев: Высшая школа, 1983. –408 с.
 6. Бутт Ю.М., Дудеров Г.Н., Матвеев М.А. Общая технология силикатов. –М.:Стройиздат,1976. –599 с.
 7. Артамонова М.В., Рабухин А.И., Савельев В.Г. Практикум по общей технологии силикатов. М.:Стройиздат, 1996. –279 с
 8. ИнфоМайн исследовательская группа «обзор рынка непрерывного базальтового волокна, армирующих изделий и материалов на его основе в СНГ» Москва 2012 год;
 9. ИнфоМайн исследовательская группа «обзор рынка стекловолокна и изделий из него в России и СНГ» Москва 2011 год;
 - 10.Ильевич А. П. «машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров» издание-2, Москва высшая школа 1979 год;
 - 11.В.Н. Гурина, И.Б. Ревва «РАСЧЕТЫ ПЕЧЕЙ СИЛИКАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ» 2-е издание Томск 2011 год;
 12. С.И. Гутников, Б.И. Лазорьяк, Селезнев А.Н. «СТЕКЛЯННЫЕ ВОЛОКНА» Учебное пособие Москва 2010 год;
 13. П.В. Левченко «Расчеты печей и сушил силикатной промышленности» учебное пособие Москва 2007 год;
 14. www.elektroizolit.uz;
 15. www.twirpx.com;
 16. www.referat.ru;

