

Министерство высшего и среднего специального образования  
Республики Узбекистан

Ташкентский архитектурно – строительный институт

Факультет инженерного сервиса

КАФЕДРА «ПРОИЗВОДСТВО СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА»

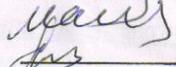
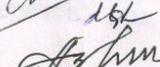
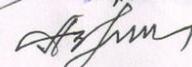
### Выпускная квалификационная работа

Тема выпускной работы Завод по производству  
портландцемента мощностью  
500 000 т/год

Ф.И.О. студента Лошманов Роман Владиславович

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Руководитель Махмудова Н. А. 

Консультанты Махмудова Н. А.   
Акрамов Х. А.   
Нуритдинов Х. И.   
Азимов Х. А. 

Ташкент 2010 г.

## Оглавление

	стр.
Введение	3
I. Технологическая часть	11
1. Номенклатура продукции	12
2. Выбор, обоснование и характеристика используемых сырьевых материалов и топлива	14
3. Выбор и обоснование способа производства	18
4. Основные строительные и технологические решения	27
5. Режим работы предприятия	37
6. Расчет производственной программы	38
7. Расчет расхода сырьевых материалов	40
8. Подбор технологического оборудования	43
9. Расчет сырьевых бункеров	46
10. Расчет клинкерного склада	47
11. Расчет склада готовой продукции	48
12. Контроль качества производства портландцемента.	50
II. Расчетная часть	57
III. Экономическая часть	69
IV. Охрана труда и техника безопасности	76
V. Список использованной литературы.	85

## Введение.

В союзе писателей Узбекистана состоялось собрание, посвященное выходу в свет новой книги Президента Республики Ислама Абдуганиевича Каримова "Юксак маънавият - энгилмас кув" ("Высокая духовность - непобедимая сила"). Основные темы книги: "Духовность - основа роста и силы", "Независимость - это духовный подвиг и процветание", "Угроза духовности - это угроза для нашей будущности и саморазвития".

Открыл собрание Председатель Союза писателей, герой Узбекистана Абдулла Арипов. Он отметил, что с первых дней независимости в нашей стране огромное внимание уделяется духовности, восстановлено многочисленное памятники истории, великие имена наших предков, воспевающих добро и дружбу наций и народов. В издании также упомянуты знаменитые деятели культуры азиатского Востока: Кавои, Рудаки, Абай, Махтумгули, Тухтагуль. Также А. Арипов отметил, какую важную роль играет новая книга для воспитания молодежи, студентов вузов и колледжей.

28 января 2010 года в актовом зале архитектурного института был проведен семинар по изучению произведения Президента Республики Узбекистан И. А. Каримова "Высокая духовность - непобедимая сила". На семинаре участвовали кандидат исторических наук, доцент Узбекского Национального Университета И. Полвоков, заведующие кафедрами, сотрудники, преподаватели и студенты института. Мероприятие оставило у всех хорошее впечатление.

В Чирчикском горсовете НДП Узбекистана

прошла учеба партийного актива в системе политического и гражданского просвещения на тему: "60 лет Всеобщей декларации прав человека" и презентация книги У. А. Каримова "Восточная духовность - непобедимая сила".

Политический обозреватель телерадиокомпания Узбекистана Кобилбек Каримбеков в своем выступлении отметил, что в этом году международная общественность отмечает 60-летие Всеобщей декларации прав человека, которая была принята 10 декабря 1948 года. Также К. Каримбеков ознакомил присутствующих с содержанием книги "Восточная духовность - непобедимая сила".

По свидетельству У. А. "Жахон" в городах Эр-Рияда и Джидды Саудовской Аравии состоялись презентации книги "Восточная духовность - непобедимая сила" на арабском языке.

Презентация книги в Эр-Рияде состоялась в Центре исламских исследований имени короля Фейсала. В ней приняли участие представители саудовских общественно-политических, академических и деловых кругов, ведущих аналитических центров, дипломатического корпуса, аккредитованного в Саудовской Аравии, а также средств массовой информации.

Поднятые в книге вопросы вызвали оживленный интерес среди всех участников мероприятия.

Участниками мероприятия было подчеркнуто, что книга "Восточная духовность - непобедимая сила" станет наглядным пособием в деле воспитания возрастающего поколения в духе патриотизма и любви к Родине.

Все это свидетельствует о дальнейшем следовании  
выбранному пути реформ, наметенных нашим Президентом.

Одним из основных приоритетных направлений рыночных экономических реформ в Узбекистане является расширение производства экспортноориентированной и импортозамещающей продукции высокого качества, способной успешно конкурировать с зарубежными аналогами на мировом рынке. Известно, что экспортноориентированная продукция направлена на увеличение валютных поступлений, а импортозамещающая — на экономию валютных резервов государства. В этом плане наиболее перспективными и эффективными являются наукоемкие и технологически насыщенные отрасли промышленности. В Узбекистане к числу таких, наиболее приоритетных отраслей, относится промышленность строительных материалов, имеющая мощный потенциал и огромное значение для развития строительного комплекса.

Рассматриваемая промышленность обеспечивает строительство объектов всеми видами строительных материалов: цементом, известью, гипсом, стеновыми, кровельными, отделочными материалами (стекло, мраморные и гранитные плиты, черепица), сантехкерамикой, гидроизоляционными материалами — всего более 100 видов строительной продукции.

На сегодня удовлетворяется не только потребность внутреннего строительного рынка в строительных материалах, но и в большом количестве экспортируется. Это цемент, стекло, кровельные материалы, мраморные и гранитные плиты и др.

Приоритетные направления развития производства строительных материалов формируются исходя из

потребности экономики республики, решения социальных проблем по строительству жилья, соукультбвта, потребности рынка и экспортного потенциала отрасли.

За годы независимости Республики Узбекистан существенно изменился облик городов и индивидуального жилья, построено множество уникальных объектов, введена новая Юнусабадская линия метро, эстакады и др.

Столица республики, города областей преобразованы в современные города высокой культуры, архитектуры, коммуникаций. Правительством Республики Узбекистан всегда уделялось большое внимание развитию строительства, приняты долгосрочные программы национальной подготовки кадров (строительство колледжей и лицеев), школьного образования (строительство новых и капитальная реконструкция существующих школ), осуществляется поддержка индивидуального жилья (сертификатное жильё).

Особое внимание уделяется расширению масштабов строительства в сельской местности. В докладе Президента Республики Узбекистан Ислама Абдуганиевича Каримова 14 февраля 2009 года на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2008 году и важнейшим приоритетам экономической программы на 2009 год говорится следующее: "... новое строительство невозможно без внедрения новых, современных строительных материалов и конструкций. Необходимо шире внедрять индустриальные и сборные технологии строительства объектов на селе с использованием сборных, композиционных и мелкоблочных конст-

рукций. Хокимиятам областей и районов совместно с компанией «Узстройматериалы» следует разработать специальные программы по организации производства строительных материалов из местного сырья, внедрению мини-технологий по производству кирпича, кровельных и отделочных материалов, восстановлению и реконструкции действующих карьеров нерудных материалов. На селе мы должны иметь благоустроенные населенные пункты и современные дома.

В постановлении «О дополнительных мерах по расширению масштабов строительства жилья в сельской местности» от 3 августа 2009 года говорится об определении источников кредитования индивидуального жилищного строительства в сельских населенных пунктах по утвержденному типовому проекту на 2009-2010 годы в размере 260,5 млрд. сумов.

Сегодня по всей стране развернулось масштабное строительство новых и реконструкции уже существующих промышленных объектов, типовых домов, школ, медицинских учреждений, объектов социально-бытового назначения. Результаты во многом зависят от обеспеченности объектов строительства качественными строительными материалами.

Уместно отметить, что повышение эффективности и качества строительства главным образом зависит от стоимости строительных материалов, которая составляет около 55-65% от общих затрат на капитальное строительство, и их качества.

Известно, что наиболее приоритетным направлением в отрасли промышленности строи-

тельных материалов является производство минеральных вяжущих веществ и различных материалов на их основе.

В современном строительстве самым распространенным и универсальным строительным материалом является цементный бетон. Дальнейший рост темпов капитального строительства зависит от обеспеченности строек портландцементом, в связи с чем его производство неуклонно растет из года в год.

Средний годовой прирост производства портландцементов на земном шаре превышает 6%. Ежегодное мировое производство цемента превысило 2,7 млрд. тонн. Аналитики прогнозируют, что в 2015 году потребление цемента в мире достигнет 3,1 млрд. тонн, а в 2020 году - 3,6 млрд. тонн. По сравнению с уровнем 2000 года мировое производство цемента выросло на 1,04 млрд. тонн. В основном рост объемов производства происходит за счет стран азиатского региона, в первую очередь Китая, который является крупнейшим производителем цемента в мире. На его долю падает четверть мировых объемов продаж продукта. Еще в 2007 году в стране было произведено 1,36 млрд. тонн цемента. Здесь насчитывается около 5 тысяч производственных предприятий, большая часть из которых - мелкие и средние производители.

Крупным производителем портландцемента является Индия, которая производит более 170 млн. тонн в год. Производство портландцемента в США в 2007 году составило 96,3 млн. тонн, в Японии - 70 млн. тонн, в России - 59,9 млн. тонн.

Рост экономики стран Центральноазиатского

региона обуславливает быстро растущий спрос на цемент. На сегодня в Центральноазиатском регионе ощущается острый дефицит в обеспечении спроса на цемент. Поэтому увеличение роста производства портландцемента является одним из приоритетных направлений промышленности строительных материалов.

В Казахстане ежегодно производится около 5,5 млн. тонн цемента плюс более трех млн. тонн импортируется. При этом реализуется 21 проект строительства новых цементных производств. Если они будут запущены, то после 2010 года на рынок поступит дополнительно 26,5 млн. тонн цемента. Правда, как отмечают эксперты, ввод всех заявленных мощностей - вопрос довольно спорный, так как не все компании смогут привлечь достаточное финансирование.

В Киргизстане цемент производится только на Каитском цементно-шиферном комбинате. Его годовая мощность составляет 1,5 млн. тонн, но производится на порядок меньше. Правительство Киргизстана планирует увеличить производство и экспорт цемента с 400 тыс. тонн в 2007 году до 1 млн. тонн к 2011 году.

Потребность в цементе в Таджикистане составляет 1,5 млн. тонн. Единственное предприятие "Таджикцемент" с установочной мощностью до 1 млн. тонн цемента в год из-за устаревшего оборудования производит ежегодно до 500 тыс. тонн. Для покрытия дефицита цемент импортируется из-за рубежа. Но две китайские компании "Сан Бао" и "Синьцзянская международная ресурсная компания" намерены построить в Таджикистане крупный цементный завод произ-

водительностью до 1 млн. тонн цемента в год.

В Туркменистане объём ежегодно производимого цемента составляет порядка 300 тыс. тонн. С 2005 года работает Келятинский цементный завод. Организован выпуск различных марок: портландцемента, сульфатостойкого портландцемента и тампонажного цемента для газовой и нефтяной отраслей.

Цементная промышленность Узбекистана сегодня производит около половины всего цемента в Центральноазиатском регионе. Благодаря своевременной и конструктивной поддержке правительства Республики, изначально уделявшего большое внимание этой важнейшей отрасли экономики страны, ни один из отечественных цементных заводов не останавливал производство продукции даже в самые тяжёлые времена середины 90-х годов.

Шесть цементных заводов (общая проектная мощность - 6,48 млн. тонн), входящих в АК "Узстройматериалы" в 2007 году произвели 6,04 млн. тонн цемента. Учитывая возросшую потребность в цементе, в настоящее время планируется строительство трёх новых цементных заводов в Республике Каракалпакстан, Джидакской и Сурхандарьинской областях, а также строительство новой технологической линии производства цемента в ОАО "Котзолкумцемент". Объём выпускаемого цемента по сравнению с 2007 годом может возрасти примерно в два раза - до 10-12 млн. тонн. Это позволит существенно расширить экспортный потенциал республики.

Уз  
10.04.

## Номенклатура продукции.

Портландцемент - продукт тонкого измельчения клинкера, получаемого обжигом до спекания, т.е. частичного плавления сырьевой смеси, обеспечивающей преобладание в нем высокоосновных силикатов кальция (70...80%). Для регулирования схватывания и некоторых других свойств при помоле клинкера в цемент добавляют небольшое количество гипса (1,5...4%).

Портландцемент применяют, главным образом, для бетонных и железобетонных конструкций. Его можно также использовать для строительства, особенно в смеси с известью, глиной и молотыми минеральными добавками.

В дипломном проекте предусматривается выпуск портландцемента марки 500-70.

Выпускаемый цемент марки 500-70 должен изготавливаться в соответствии с УЗРСТ 10178-85. При производстве цемента применяют клинкер, по химическому составу соответствующий технологическому регламенту.

Массовая доля оксида магнезия в клинкере не должна быть более 5%, гипсового камня по УЗРСТ 4013-82 в пределах 1,5...4%. Массовая доля в цементных активных минеральных добавках должна соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

Предел прочности при изгибе и сжатии должен быть не менее значений, указанных в таблице 2.

Таблица 1.  
Массовая доля активных минеральных добавок.

Обозначение цемента	Активные минеральные добавки, %			
	Всего	В том числе		
		Доменные гранулированные и электротермо-фосфорные шлаки	Осадочного происхождения, кроме глин	Прочие активные, включая глины
ПЦ 500-Д0	0	0	0	0

Таблица 2  
Предел прочности при изгибе и сжатии.

Обозначение цемента	Предел прочности, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )			
	При изгибе в возрасте, сут		При сжатии в возрасте, сут	
	3	28	3	28
ПЦ 500-Д0	—	5,9 (60)	—	49,0 (500)

Изготовитель должен определять активность при пропаривании каждой партии цемента. Цемент должен показывать равномерность уменьшения объема при испарении образцов кипятильником в воде.

Начало схватывания цемента должно наступать не ранее 45 мин., а конец — не позднее 10 ч от начала затворения.

Тонкость помола цемента должна быть такой, чтобы при просеивании пробы цемента сивую сито с сеткой 1008 по ГОСТ 6613-86

проходило не менее 85% масса просеиваемой пробы. Удельная поверхность - не менее  $250 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

Массовая доля диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ) в цементе должна соответствовать: для ПЦ 500-20 не менее 1,0%, не более 3,5%, массовая доля целочных оксидов в цементах, изготовляемых с использованием белитового шлама, в пересчете на оксид натрия не должна быть более 1,2%. Изготовитель должен испытывать цемент на наличие признаков латентного схватывания равномерно по мере отгрузки, но не менее чем 20% отгруженных партий.

Упаковку, маркировку, транспортирование и хранение цемента производят по УРСТ 30515-87.

### Выбор, обоснование и характеристика используемых сырьевых материалов и топлива.

При производстве портландцемента применяют разнообразные материалы, одни из которых идут непосредственно на изготовление клинкера, другие же в виде добавок используются при его помоле (глине и минеральные добавки).

Сырьевыми материалами для производства клинкера служат карбонатные горные породы с высоким содержанием углекислого кальция и глинистые породы, содержащие кремнезем, глинозем и оксид железа. В среднем на изготовление 1 т цемента требуется до 1,6 т исходного сырья.

Кроме с материалами природного происхождения цементная промышленность во всеувеличивающемся объеме использует побочные

продукта (отхода) разных отраслей промышленности, например доменные шлаки, зола, нефелиновый шлам и др. Имеется также опыт комплексного производства портландцемента и сернистого газа из смесей шпеса или анкидрита (сернистого кальция) с глиной.

Пригодность сырьевых материалов для производства портландцемента устанавливается на основании их всестороннего изучения.

В производстве портландцемента наиболее широко используют известняки и мел, а также мергели. Средняя плотность плотных известняков достигает 2400 - 2700, а меловых пород - 1500-2000 кг/м<sup>3</sup>. Влажность этих материалов соответственно 2-6 и 15-30%. Известняк и мел содержат до 90% и более углекислого кальция и небольшие количества кварцевого песка, глинистых минералов и др. Химический состав этих материалов характеризуется преимущественным содержанием оксида кальция (до 50% и более) и  $CO_2$  (до 40% и более).

Они содержат также небольшие количества кремнезема, глинозема и др. Содержание  $MgO$  более 3-3,5% и сернистого ангидрида более 4% недопустимо.

Мергели - природная смесь мельчайших частиц углекислого кальция и глинистых материалов, являются ценным сырьем. По содержанию  $CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $R_2O_3$  в расчете на прокаленные вещества они близки к клинкеру. Подобно известнякам и мелу мергели могут резко различаться по физическим свойствам: одни имеют плотную структуру и прогной, другие

как и мел мягки, рыхлы и влагоёмки. Средняя плотность мергелей 2200-2500 кг/м<sup>3</sup>, а влажность - 5-20%.

Глины представляют собой тонкодисперсные осадочные горные породы и легко дают суспензии при разбалтовании с водой. Глины сильно разлагаются по минеральному и гранулометрическому составу часто в пределах даже одного месторождения. Нередко они содержат значительное количество включений в виде песка и гравия, что вызывает необходимость их предварительного обогащения.

По минеральному составу глины характеризуются преимущественным содержанием водных алюмосиликатов и кварцевого песка. Leichtплавкие глины состоят в основном из кремнезема (70-80%), глинозема (3-10%), оксида железа (3-6%) и небольшого количества карбонатов кальция и магния. Иногда в глинах присутствуют соединения, содержащие  $SO_3$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ . Включение веществ с этими оксидами, а также  $MgO$  нежелательно и их количество должно быть минимальным. Влажность глины колеблется в пределах 15-25%. Средняя плотность комовой глины 1800-2000 кг/м<sup>3</sup>.

В цементном производстве используются также глинистые сланцы и пессы. Сланцы характеризуются слоистостью и значительной прочностью.

Поскольку не всегда удается получить клинкер требуемого химического и минерального состава, изменяя только соотношение между двумя исходными компонентами - известняком и глиной,

то применяют корректирующие добавки, содержащие значительное количество какого-либо из недостающих оксидов клинкера. Например, содержание  $SiO_2$  увеличивают добавкой высококремнеземистых веществ (трепела, опоки, диатомита или других пород). Недостаточное количество в сырьевой смеси оксида железа компенсируется добавкой колгеданнок огарков или железной руды.

Для обжига сырьевых материалов в цементном производстве применяют твердое, жидкое и газообразное топливо. При использовании твердого топлива зола частично входит в состав клинкера, изменяя соотношение между главнейшими оксидами и увеличивая иногда содержание сернистого ангидрида, что отражается на свойствах цемента.

Природный газ - эффективный вид топлива. Применение газообразного топлива с удельной теплотой сгорания 33500-37000 кДж/кг способствует увеличению производительности печных агрегатов, уменьшению расхода топлива (5%) и электроэнергии (10%), повышению производительности труда на 7-10%.

На проектируемом заводе в качестве сырья будут использоваться мел, глина, колгеданнок огарки. В качестве топлива для обжига сырьевой смеси, учитывая запасы на территории Узбекистана, можно использовать природный газ.

## Выбор и обновление способа производства.

Производство портландцемента может быть разделено на два комплекса операций: изготовление клинкера и получение портландцемента измельчением клинкера совместно с гипсом, активными минеральными и другими добавками (если они используются).

Получение клинкера — наиболее сложной и энергоемкий процесс, требующий больших капиталовых и эксплуатационных затрат. Удельная стоимость клинкера достигает 70-80% общей стоимости портландцемента.

Производство портландцемента состоит из следующих основных операций: добычи известняка и глины (если необходимо, то и корректирующих добавок); подготовки сырьевых материалов и приготовления из них однородной смеси заданного состава; обжига сырьевой смеси материалов до спекания с получением клинкера; помола клинкера в порошок с небольшим количеством гипса, а иногда и добавок.

Основной задачей является получение клинкера с заданным фазовым (минеральным) составом, что зависит от состава и качества сырья, выбранного соотношения между исходными материалами, требуемой дисперсности и однородности сырьевой смеси и правильного режима обжига и охлаждения клинкера.

В настоящее время применяют три способа подготовки сырьевой смеси из исходных материалов: мокрый (помол и смешение сырья

осуществляется в водной среде), сухой (материалы измельчаются и смешиваются в сухом виде) и комбинированной.

Каждый из этих способов имеет свои положительные и отрицательные стороны. В водной среде облегчается измельчение материалов, при их совместном помоле быстрее достигается высокая однородность смеси, но расход топлива на обжиг сырьевой смеси при мокром способе в 1,5-2 раза больше, чем при сухом. Кроме того, значительно возрастают размеры обжиговых вращающихся печей при обжиге в них мокрой сырьевой смеси, так как эти тепловые агрегаты выполняют функции испарителей воды.

Сухой способ, несмотря на его технико-экономические преимущества по сравнению с мокрым, длительное время ограничено применялся вследствие пониженного качества получаемого клинкера. Однако успехи в технике тонкого измельчения и гомогенизации сухих смесей обеспечили возможность получения высококачественных портландцементов и по сухому способу. Это предопределило рост производства цемента по этому способу.

Сущность комбинированного способа заключается в том, что сырьевую смесь готовят по мокрому способу, затем шлам обезвоживается на специальных установках и направляется в печь. Комбинированный способ по ряду данных почти на 20-30% снижает расход топлива по сравнению с мокрым способом, но при этом возрастают трудоемкость производства и расход электроэнергии.

В нашей стране преобладает мокрый способ

производства портландцемента, но также отмечается интенсивное развитие сухого способа производства.

На проектируемом предприятии предлагается использовать сухой способ производства.

Изготовление клинкера по сухому способу технически и экономически наиболее целесообразно в тех случаях, когда исходные сырьевые материалы характеризуются влажностью до 10-15%, а также относительной однородностью по химическому составу и физической структуре, что обеспечивает возможность получения однородной сырьевой смеси при измельчении сухого сырья.

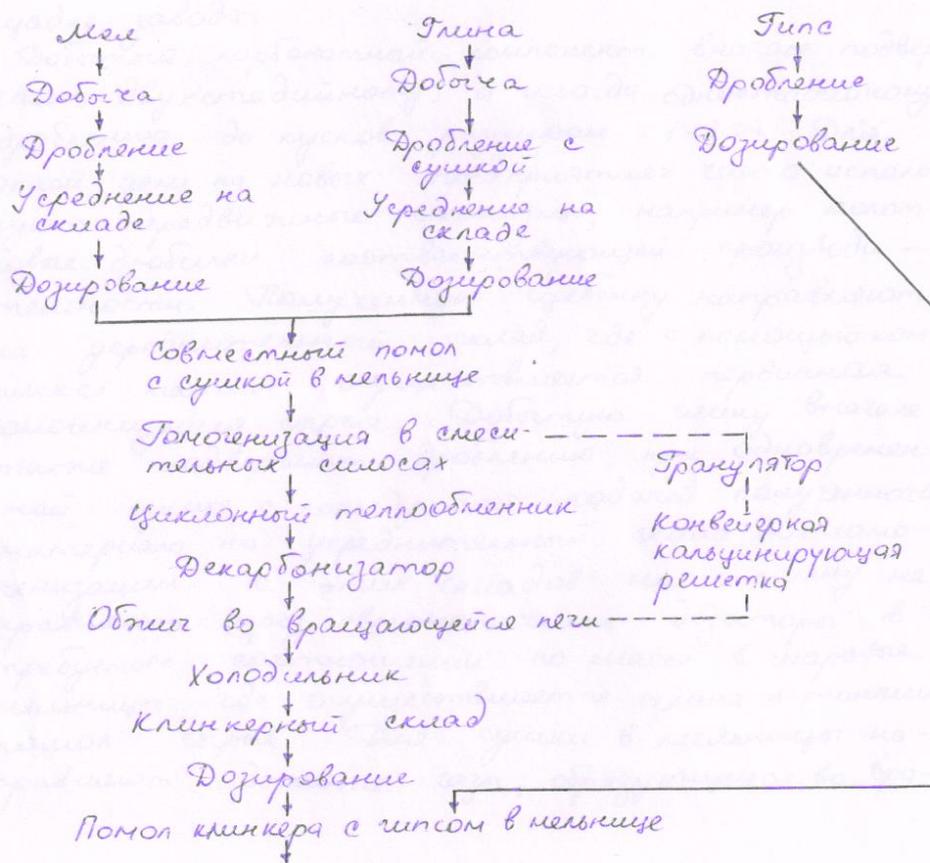
При сухом способе затраты теплоты на обжиг клинкера достигают 3150-4190 кДж/кг, что значительно меньше затрат при производстве по мокром способу (5900-6700 кДж/кг).

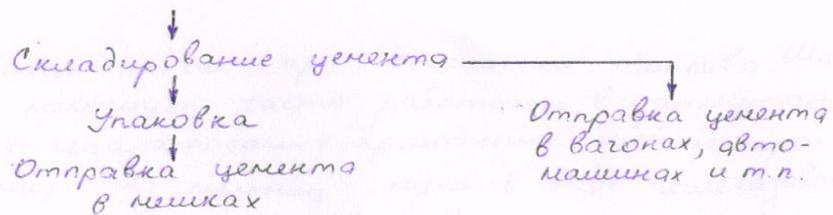
При сухом способе изготовления клинкера исходные материалы (известки, глина и др.) после дробления подвергаются высушиванию и совместному помолу в шаровых и иных мельницах до остатка 6-10% на сите №008.

Обжигают сырьевую смесь в вращающихся печах с предварительной тепловой обработкой ее в циклонных теплообменниках, в которых отходящими из печи газами материал нагревается до 800-850°C с гасительной декарбонизацией его (на 30-40%) или в циклонных теплообменниках и далее в специальных реакторах, в которых температура смеси повышается до 920-950°C, а декарбонизация материала перед его поступлением в печь достигает 85-90%. Такой эффект получается за счет стигания в реакторах

дополнительного небольшого количества топлива. Тепловую обработку сырьевой муки производят также в конвейерных калоризаторах за счет теплоты отходящих из печей газов. Кроме того, сырьевую муку в виде гранул можно обжигать в автоматических шахтных печах. В зависимости от способа обжига сырьевой муки схемы производства несколько различаются.

Клинкер по сухому способу во вращающихся печах с циклонными теплообменниками, а в новейших системах в сочетании с реакторами (декарбонизаторами) получают по следующей технологической схеме:





Площадку для строительства цементного завода выбирают, как правило, вблизи месторождений (или размещения) основных исходных материалов - карбонатной и глинистой компонент. Это делается с целью уменьшить расходы на транспорт и довести до минимума запасы, а следовательно, и емкости складов сырья на площадке завода.

Доботную карбонатной компонент вначале подвергают двухстадийному, а иногда одностадийному дроблению до кусков размером 1-3 см. Для этой цели на новых предприятиях часто используют передвижные механизмы, например ленточные дробилки соответствующей производительности. Полученную щебенку направляют на усреднительный склад, где с помощью комплекса машин осуществляется первичная гомогенизация сырья. Доботную глину вначале также подвергают дроблению при одновременной сушке с последующей подачей полученного материала на усреднительный склад для гомогенизации. С этих складов мел и глину направляют через автоматические дозаторы в требуемом соотношении по массе в шаровые мельницы, где осуществляется сушка и тонкий помол сырья. Для сушки в мельницах направляют дозовые газы, образующиеся во вращении

сущающихся пеллах при сжигании топлива. Шаровые мельницы часто работают в замкнутом цикле с сепараторами (проходными или центробежными). Из мельниц мука в виде пошегазовой смеси направляется в осадительные циклоны, а затем в горизонтальный электрофильтр, в которых выводится твердая фаза. Иногда для оптимизации работы оборудования в линии устанавливаются охладители газов, в которых в необходимом количестве пухвердизуруется вода. При этом температура газов, поступающих в электрофильтр, должна держаться на уровне 120-140°С. В этих условиях остаточное содержание пыли в газах, выбрасываемых в атмосферу, доводится до санитарных норм (75-90 мг/м³).

В настоящее время все шире начинают применять каскадные мельницы без мельничих тел, сырьевые материалы в которых измельчаются под действием падающих кусков сырьевого материала. Эти мельницы пригодны для измельчения материалов с влажностью до 20%, а по ряду признаков и с большей влажностью. Сырье загружают кусками размером до 30-50 см. В мельницу подают горячие газы, которые сушат материал до влажности 0,5-1%. Эти же газы выносят измельченный продукт, который затем выводится из потока в проходных сепараторах и циклонах, при этом более крупные частицы возвращаются на долом. Иногда после такой мельницы устанавливают обиховенную шаровую для долома материала. Расход электроэнергии на

помол материалов в бесшаровых мельницах уменьшается по сравнению с расходами на помол в трубных мельницах примерно на 25%. Производительность таких мельниц 250-300 т/г и более.

Сырая мука, получаемая в результате помола в мельницах того или иного типа, направляется на гомогенизацию и корректирование в специальное железобетонное силосы вместимостью до 500-2000 м<sup>3</sup> (в зависимости от масштабов производства и однородности сырья). Чем неоднороднее сырье, тем меньше объемно-вместимость отдельных силосов. Муку в них перемишивают сжатом воздухом, вводимом через керамические пористые плитки, установленные на днище силосов. Иногда вместо керамических применяют специальные металлические плитки или даже перфорированные трубы, покрытые тканью. Воздушные струи, проникающие в муку, аэрируют ее, что сопровождается уменьшением насыпной плотности. Одновременно материал приобретает большую текучесть.

После гомогенизации проверяют состав сырой муки по содержанию оксида кальция. Если оно соответствует требуемому, то смесь направляют на обжиг. Если же выявляются отклонения, то муку из двух силосов направляют в третий в таком соотношении, чтобы получить смесь требуемого состава. После заполнения общего силоса материал в нем тщательно перемишивают до полной однородности. При использовании способа непрерывной гомо-

гомогенизации мука непрерывно подается на верх большого шлюза, запечатанного уже азрированной и гомогенизированной смесью. Одновременно у днища шлюза непрерывно отбирается готовый материал. Вместимость шлюза принимается равной 8-10-кратной часовой производительности мельницы. Высота шлюзов в 1,5 - 2 раза больше их диаметра.

Для перемешивания применяют обогретый воздух, очищенный от масла и паров воды, под давлением до 0,15 - 0,2 МПа. Через 1 м<sup>2</sup> пористых плиток подается в 1 мин. около 2 м<sup>3</sup> воздуха. Затраты электроэнергии на гомогенизацию составляют 0,4 - 0,6 кВт·г на 1 т муки; общий расход энергии на всю установку (подача материала в шлюзы, его выгрузка и перемешивание) 2,2 - 2,5 кВт·г/т. В месте выхода готовой муки из шлюзов устанавливают пробоотборники, автоматически отбирающие пробы массой 10-15 г/т материала. Шлюзы снабжают также устройствами для обеспыливания обработанного воздуха и удаления воздуха из готовой муки.

В последнее время пегкое агрегат с циклонными теплообменниками получили существенное развитие. был предложен обогретый сортовой муки по схеме циклонной теплообменник - декорбонизатор - вращающаяся пег. Известно, что около 60% общего количества теплота, необходимой для (декорбонизации) получения клинкера, расходуется на декорбонизацию сортовой муки. В соответствии с этим в новых конструкциях пегких агрегатов материал после теплообменников в потоке

газов с температурой 800-850°C поступает в зону, где температура повышается до 1000-1500°C благодаря стиганию здесь дополнительного количества топлива. В этой зоне, называемой реактором, в среде раскаленных газов при вихреобразном движении полевидные застижки в течение 70-80 сек подвергаются почти полной декарбонизации (85-90%). Отсюда материал с температурой 900-950°C поступает во вращающуюся печь, где завершаются процессы клинкерообразования и последующего охлаждения продукта. Важно отметить, что почти полная декарбонизация материала и высокая его температура при поступлении в печь дают возможность устанавливать ее с уклоном 3,5-4° и в два-три раза увеличивать густоту ее вращения.

Вотков наиболее теплоемкого процесса декарбонизации аз вращающейся печи в специальном реакторе с подачей сюда большей части топлива дает высокий технический эффект.

После обжига клинкер необходимо быстро охладить в специальных холодильниках, чтобы предотвратить образование в нем крупных кристаллов и сохранить в неукристаллизованном виде стекловидную фазу. Иначе получится цемент с пониженной реакционной способностью по отношению к воде.

После выдержки на складе клинкер превращают в цемент путем помола его в мельницах с добавлением двуводного гипса. Готовый цемент направляют для хранения в силосы и далее на строительные объекты.

## Основные строительные и технологические решения.

Фундаменты зданий и сооружений выполняются железобетонными монолитными. Несущие конструкции (колонны, фермы, балки) металлические. Ограждающие конструкции из прессованных металлолит; полы - бетонные. Эстажерка циклонных теплообменников, шлоное банки сырьевой муки и цемента - металлические.

Для внутренних помещений с высокими требованиями пола устраиваются из керамической плитки. Двери, окна - металлопластиковые.

Также предлагаются следующие проектные решения:

- Схема генерального плана и транспорта:

Проектируемый цементный завод мощностью 500 000 т /год не имеет конкретной привязки к местности, следовательно на последующих стадиях проектирования может принять компоновочные решения в зависимости от рельефа выбранного для расположения промплощадки завода и подхода внешних коммуникаций.

Проектируемый цементный завод занимает площадь около и имеет плотную застройку, насыщенную технологическим оборудованием, производственными зданиями, коммуникациями, автомобильными дорогами.

На промплощадке цементного завода предусмотрено зонирование территории, где выделены следующие производственные зоны:

- зона основного производства;

- зона технологических складов;
- зона складов готовой продукции;
- предзаводская зона.

Между вышеуказанными зонами размещено вспомогательное здание. Полный перечень предусмотренных зданий и сооружений приведен на чертеже генерального плана.

Основные показатели генерального плана приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Основные показатели генерального плана.

№	Наименование показателей	Единица измерения	Количество
1	Площадь территории	га	20,75
2	Плотность застройки	%	38
3	Автомобильные площадки	га	7,36
4	Ограждение территории	км	1,9

Компоновку генерального плана необходимо выполнить в соответствии с технологией получения цемента по сухому способу производства с соблюдением норм по противопожарной безопасности. Ко всем сооружениям предусмотреть автомобильные подъезды для обеспечения технологических нужд и обслуживания. Покрытие автомобильных дорог и площадок принять жесткой конструкции из монолитного цементобетона М300 толщиной 24 см на слое

губка - 20 см и битумированного песка - 5 см.

Проектируемые инженерные коммуникации представлены:

- сети водоснабжения;
- теплотрассами;
- электрокабелями;
- кабелями связи.

Прокладка электрокабелей и трубопроводов и прочих коммуникаций может производиться как по эстакадам, так и в земле.

Атмосферные воды с помощью бортовых канав на дорогах и системы водоотводных лотков направляются к приемному колодезю устраиваемой ливневой канализации и далее на очистные сооружения ливневых стоков.

Территория цементного завода огораживается. Незастроенные участки территории подлежат озеленению и благоустройству. Предусмотрена посадка деревьев и кустарников, соответствующих климатическим особенностям региона.

На проектируемом цементном заводе применяются следующие виды транспорта:

- автомобильный (технологический, административно-хозяйственный, специализированный - самовоз цемент);
- непрерывный (металлический транспорт сырьевых материалов, клинкера и цемента).

- Основные санитарно-технические решения:

По проектируемому объекту цементного завода вода расходуется на производственные нужды (охлаждение технологического оборудо-

вания, безвозвратные технологические потери), восполнение потерь в оборотной системе, хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды. Вода, предназначенная для хозяйственно-питьевых нужд цементного завода проходит очистку на станции очистки и обезжелезивания. Вода, необходимая для подпитки систем оборотного водоснабжения цементного завода поступает непосредственно к узлам оборотного водоснабжения.

Предусматриваются следующие системы водоснабжения:

- производственно-противопожарный водопровод. Сеть предназначена для подачи оборотной воды технологическим потребителям для охлаждения оборудования и на безвозвратные технологические нужды, а также на нужды пожаротушения. Сеть производственно-противопожарного водопровода выполняется кольцевой, на сети на расстоянии не более 100 м друг от друга устанавливаются колодцы с пожарными гидрантами. Отвод нагретой воды от потребителей обеспечивается вспомогательной системой производственной канализации.

- хозяйственно-питьевой водопровод, предназначенной для подачи чистой очищенной воды для хозяйственно-бытовых нужд работающих.

Производственное водоснабжение по экономическим и санитарным соображениям выполняется по оборотной схеме. Вода, поступающая на охлаждение оборудования, испос-

редственного контакта с загрязненной средой не имеет, в связи с тем может после охлаждения оборудования возвращаться в систему и использоваться повторно.

Нагретая вода самотеком поступает в камеру нагретой воды, откуда насосами, установленными в насосной оборотного водоснабжения, подается на охлаждение. Охлажденная вода поступает в камеру охлажденной воды, откуда забирается насосами и подается в сеть производственного водопровода.

На промплощадке предусмотрена раздельная система канализации, которая включает в себя:

- систему хозяйственно - бытовой канализации;
- систему дождевой канализации.

Поскольку производственное водоснабжение решено по оборотной схеме, сброс стоковых производственных вод отсутствует.

Стоковые воды от колодцев и бытовых помещений поступают самотеком в сеть хозяйственно - бытовой канализации завода. По самотечным трубопроводам стоки направляются в приемный резервуар канализационной насосной станции, после чего канорным трубопроводом отводятся на очистные сооружения. Назначение предусмотренных очистных сооружений - полная биологическая очистка бытовых стоковых вод.

Атмосферные воды отводятся с промплощадки поверхностным способом или ливневыми канопами, трубами. Предусматривается устройство очистных сооружений

ливных вод. Очищенные воды поступают в водозаборную камеру очистных сооружений, откуда забираются насосами. Очищенная вода может использоваться для мойки проездов, полива зеленых насаждений и автодорог, выполнение потерь в системе оборотного водоснабжения.

Для обеспечения нормируемых параметров воздушной среды в производственных и административно-бытовых помещениях в дополнение к мерам конструктивного и технологического характера предусматривается вентиляция и кондиционирование воздуха. Воздухообмен в производственных помещениях определен из расчета ассимиляции тепло- или холододелений.

Кроме общеобменной вентиляции предусматривается подача охлажденного воздуха непосредственно на рабочие места (воздушное душирование). Очистка приточного воздуха от пыли производится для всех производственных и вспомогательных помещений. В качестве охладителей воздуха для систем приточной вентиляции используются автономные кондиционеры и рециркуляционные сплит-системы.

#### — Основные электротехнические решения:

Необходимо предусмотреть создание автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) на базе программируемых контроллеров.

На период освоения технологических процессов

и наладки оборудования, а также на период ввода агрегатов в режим после длительных остановок, помимо основного вида контроля, осуществляемого посредством АСУ ТП, предусматривается применение аналоговых приборов, которые могут работать также и при входе из строя технических средств АСУ ТП.

Поскольку все функции регистрации, интегрирования, сигнализации и т.п. выполняется комплексом АСУ ТП, в качестве аналоговых приборов приняты, в основном, узкопрофильные приборы типа М1530 и М1730.

Контроль вспомогательных технологических параметров будет выполнен с использованием показывающих приборов, устанавливаемых у мест отбора параметров на щитах или непосредственно на оборудовании, трубопроводах.

Автоматизированная система управления представляет собой комплекс технических средств, обеспечивающих оптимизацию технологических процессов. АСУ построена на базе высококачественной современной программируемой вычислительной техники.

Функции АСУ передельно распределены между ее верхним и нижним уровнями. При этом нижний уровень выполняет следующие функции:

1. Сбор информации об объекте управления в памяти контроллера АСУ для выполнения функций контроля, отображения и сигнализации верхним уровнем.
2. Обработка команд и заданий управления, подаваемых от верхнего уровня.

3. Управление электроприводами механизмов передела в соответствии с заданными технологическими алгоритмами.

4. Реализация технологических блокировок и блокировки безопасной работы оборудования.

5. Формирование сигналов отказов электроприборов механизмов.

В то же время верхний уровень АСУ выполняет следующие функции:

1. Связь с операторами - технологами переделов

2. Связь с контролерами нижних уровней АСУ, а именно: чтение информации из таблиц данных контроллера и запись информации в нее.

3. Контроль параметров технологических процессов и оборудования;

4. Контроль состояния электроприводов.

5. Световая и звуковая сигнализация отклонений технологических процессов от норм и отказов оборудования, сьем звуковой сигнализации.

6. Ввод и передача нижнему уровню команд и заданий управления электроприводами и предупредительной сигнализации.

7. Вычисление и передача нижнему уровню сигналов регулирования.

8. Отображение оборудования переделов, технологических процессов, команд управления и сигнализации.

АСУ охватывает следующие переделы производства:

а) дозирование сырьевых компонентов в

- склад сгоря;
- б) приготовление сгоревой муки в отделении помола сгоря;
  - в) силосы сгоревой муки;
  - г) пазы с циклонными теплообменниками.

Кроме этого, в АСУ включаются транспортные конвейеры к соответствующим передлам.

Персональные компьютеры и программируемые контроллеры устанавливаются в помещении центрального пульта управления, периферийные устройства связи с объектами размещаются в помещении цеховых пунктов управления.

По каждому передлу завода предусматривается дистанционное блокированное управление механизмами, осуществляемое при помощи кнопок управления, расположенных на центральном пульте управления, устанавливаемом в ЦПУ. Группы механизмов, составляющих неразветвленную часть технологического потока, включаются, как правило, одним кнопком. На ЦПУ выделены основные параметры технологического процесса, сигнализация отклонений контролируемых величин от нормы, состояния основных вспомогательных механизмов.

Для производства ремонтных и наладочных работ предусматривается местное неблокированное управление каждым механизмом при помощи кнопок управления, установленных на постах местного управления вблизи механизмов. Выбор режима управления каждого механизма осуществляется избирателями управ-

ления, установленных на постах местного управления.

Системами управления предусматриваются взаимное блокировки механизмов, связанных между собой технологической зависимостью.

При дистанционном управлении предусмотрен контроль состояния приводов, световая сигнализация, сигнализирующая о состоянии механизмов.

Особое внимание уделено использованию частотного регулирования скорости приводов с асинхронными электродвигателями технологического оборудования с изменяющимися параметрами - главного привода вращающейся пещи, доменных, дозаторов и др.

Использование частотного регулирования позволит сэкономить до 20% расхода электроэнергии потребляемой приводами.

Для технологической линии предусмотрено электроосвещение установки и цехов технологической линии. Типы светильников выбраны в соответствии с характером работы и категории помещений.

Наружное электроосвещение и светозащитные дождевых труб выполнено в соответствии с нормативными требованиями.

Управление электроосвещением будет производиться как вручную - местным выключателем и с групповых щитков, так и автоматически с использованием автоматов освещения АО.

Напряжение сети рабочего и аварийного освещения 380/220 В.

### Режим работы цеха.

В соответствии с нормами технологического проектирования цементных заводов режим работы технологического оборудования цеха обжига клинкера принимается круглосуточной, трёх-сменной.

Основными показателями вращающейся печи, кроме производительности, являются коэффициент использования печи по календарному времени, от которого зависит годовая производительность печи и производство цемента в год.

Режим работы основных цехов и объединений следует принимать с учётом непрерывности производства.

Режим работы отделений цементных мельниц принимается в три смены при непрерывной работе неделе.

Определение фонда рабочего времени работы оборудования  $E_k$ , в часах, ведётся по формуле 1:

$$E_k = K_p \cdot c \cdot D \quad (1)$$

где:  $K_p$  - число рабочих дней в году, которое определяется по формуле 2:

$$K_p = K_r - (B + P_k) \quad (2)$$

где:  $K_r$  - число календарных дней в году,  
 $B$  - число выходных и праздничных дней,  
 $P_k$  - число дней на планово-предупредительные ремонты,

$c$  - количество смен, шт,

$D$  - продолжительность смен, час.

$$K_p = 365 - (8 + 15) = 342 \text{ дня в году,}$$

$$E_k = 342 \cdot 3 \cdot 8 = 8208 \text{ часов в году.}$$

Годовой коэффициент использования основного технологического оборудования:

$$K_H = 342/365 = 0,937$$

Для складских отделений режим работы принимается в две смены при пятидневной рабочей неделе. Исходя из этого количество рабочих суток в году равно 262. Коэффициент использования  $K_H = 1$ .

Режим работы предприятия приведен в таблице 4.

Таблица 4.

Режим работы предприятия.

N	Наименование цехов или отделений	кол-во дней в году	кол-во смен в сутки	длительность работы смен, час	Годовой фонд рабочего времени, час	коэф-т использования эксплуатационного времени	Годовой фонд рабочего времени, час
1	Цех обжига	342	3	8	8208	0,937	7691
2	Отделение цементных мельниц	342	3	8	8208	0,937	7691
3	Складские отделения	262	2	8	4192	1	4192

### Расчет производственной программы.

Производственная программа - это выпуск готовой продукции предприятием в сутки, в смену, в час.

Расчет производственной программы выполняется на основании заданной годовой программы и выбранного режима работы и производится по формулам 3, 4, 5:

$$Q_{сут} = \frac{Q_{год}}{K_p} (3); \quad Q_{см} = \frac{Q_{год}}{K_p \cdot c} (4); \quad Q_{час} = \frac{Q_{год}}{K_p \cdot c \cdot D} (5);$$

где  $Q_{год}$  - годовая программа, т;  
 $Q_{сут}$  - выпуск годовой программы в сутки, т;  
 $Q_{см}$  - выпуск годовой программы в смену, т;  
 $Q_{час}$  - выпуск годовой программы в час, т;

$$Q_{сут} = \frac{500\,000}{342} = 1462 \text{ т}$$

$$Q_{см} = \frac{500\,000}{342 \cdot 3} = 487,3 \text{ т}$$

$$Q_{час} = \frac{500\,000}{342 \cdot 3 \cdot 8} = 60,92 \text{ т}$$

Таблица 5.

Производственная программа предприятия.

№	наименование изделия	Ед. изм.	Производительность			
			в год	в сутки	в смену	в час
1	портландцемент	т	500 000	1462	487,3	60,92

Для дальнейших расчетов необходимо определить производительность по клинкеру для заданной производительности по цементу.

Производительность по клинкеру определим по формуле:

$$Q_{кл} = \frac{Q_{ц} \cdot M_{ср} \cdot 0,95}{100}$$

где: 0,95 - коэффициент, учитывающий содержание гипса;

$M_{ср}$  - средневзвешенное содержание клинкера;  
 Для цемента без добавок  $M_{ср} = 100$ , следовательно:

$$Q_{кл} = \frac{500\,000 \cdot 100 \cdot 0,95}{100} = 475\,000 \text{ т/год}$$

$$Q_{кл.сут} = \frac{475\,000}{342} = 1389 \text{ т}$$

$$Q_{\text{кл. см.}} = \frac{475000}{342 \cdot 3} = 463 \text{ т}$$

$$Q_{\text{кл. зас}} = \frac{475000}{342 \cdot 3 \cdot 8} = 57,9 \text{ т}$$

Таблица 6

Программа по производству клинкера

№	наименование уделия	Ед. изм.	Производительность			
			в год	в сутки	в смену	в час
1	клинкер	т	475000	1389	463	57,9

Расчет расхода сырьевых материалов

Для данного расчета необходимо знать состав сырьевой смеси, потери при прокаливании сырьевой смеси, производственные потери, влажность.

В нашем случае:

- состав сырьевой смеси: мел - 70%, глина - 25%, огарки - 5%;
- потери при прокаливании сырьевой смеси: 34,5%;
- производственные потери: 2,5%;
- влажность сырья: мел - 25%; глина - 15%; огарки - 20%.

Теоретический удельный расход сухого сырья для производства клинкера определяют с учетом потерь при прокаливании.

$$A_c = \frac{100}{100 - \text{п.п.п.}} \text{ т/т}_{\text{кл}}$$

где: 34,5 - п.п.п. - потери при прокаливании сырья.

$$A_c = \frac{100}{100-34,5} = 1,53 \text{ м/мкл}$$

Для обеспыливания отходящих газов вращающихся пегей устанавливают электрофильтры, что даёт возможность считать потери сырья с отходящими газами не более 1%. Тогда расход сухого сырья составит:

$$A_c = \frac{1,53 \cdot 100}{100-1} = 1,55 \text{ м/мкл}$$

$$1,55 \cdot 57,9 = 89,745 \text{ м/з}$$

$$89,745 \cdot 24 = 2153,88 \text{ м/сут}$$

$$89,745 \cdot 8208 = 736626,96 \text{ м/год}$$

Определяем расход отдельных компонентов сухой сырьевой смеси:

$$\text{Мел: } 1,55 \cdot \frac{70}{100} = 1,55 \cdot 0,7 = 1,085 \text{ м/мкл}$$

$$1,085 \cdot 57,9 = 62,8215 \text{ м/зас}$$

$$62,8215 \cdot 24 = 1507,7 \text{ м/сутки}$$

$$62,8215 \cdot 8208 = 515639 \text{ м/год}$$

$$\text{Глинка: } 1,55 \cdot \frac{25}{100} = 1,55 \cdot 0,25 = 0,3875 \text{ м/мкл}$$

$$0,3875 \cdot 57,9 = 22,44 \text{ м/зас}$$

$$22,44 \cdot 24 = 538,6 \text{ м/сутки}$$

$$22,44 \cdot 8208 = 184188 \text{ м/год}$$

$$\text{Огарки: } 1,55 \cdot \frac{5}{100} = 1,55 \cdot 0,05 = 0,0775 \text{ м/мкл}$$

$$0,0775 \cdot 57,9 = 4,5 \text{ м/зас}$$

$$4,5 \cdot 24 = 108 \text{ м/сутки}$$

$$4,5 \cdot 8208 = 36936 \text{ м/год}$$

С учетом естественной влажности расход сырьевых материалов соответственно составит:

$$P_{\text{в.м}} = P_{\text{сч}} \cdot \frac{100}{100 - W}, \text{ м/мкл}$$

$$\text{Мел: } 1,085 \cdot \frac{100}{100-25} = 1,085 \cdot 1,33 = 1,44305 \text{ м/мкл}$$

$$1,44305 \cdot 57,9 = 83,6 \text{ м/зас}$$

$$83,6 \cdot 24 = 2006,4 \text{ м/сум}$$

$$83,6 \cdot 8208 = 686189 \text{ м/год}$$

$$\text{Глина: } 0,3875 \cdot \frac{100}{100-15} = 0,3875 \cdot 1,176 = 0,46 \text{ м/мкл}$$

$$0,46 \cdot 57,9 = 26,6 \text{ м/зас}$$

$$26,6 \cdot 24 = 638,4 \text{ м/сум}$$

$$26,6 \cdot 8208 = 218333 \text{ м/год}$$

$$\text{Огарки: } 0,0775 \cdot \frac{100}{100-20} = 0,0775 \cdot 1,25 = 0,1 \text{ м/мкл}$$

$$(0,1 \cdot 24 = 2,4)$$

$$0,1 \cdot 57,9 = 5,79 \text{ м/зас}$$

$$5,79 \cdot 24 = 139 \text{ м/сум}$$

$$5,79 \cdot 8208 = 47524 \text{ м/год}$$

С учетом производственных потерь глино, мелч, огарок, кучно:

$$P_{\text{м.сч}} = P_{\text{м}} \cdot \frac{100}{100-2,5} = P_{\text{м}} \cdot 1,026$$

$$\text{Мел: } 83,6 \cdot 1,026 = 85,8 \text{ м/зас}$$

$$2006,4 \cdot 1,026 = 2059 \text{ м/сум}$$

$$686189 \cdot 1,026 = 704030 \text{ м/год}$$

$$\text{Глина: } 26,6 \cdot 1,026 = 27,3 \text{ м/зас}$$

$$638,4 \cdot 1,026 = 655 \text{ м/сум}$$

$$218333 \cdot 1,026 = 224010 \text{ м/год}$$

$$\text{Огарки: } 5,79 \cdot 1,026 = 5,94 \text{ м/зас}$$

$$139 \cdot 1,026 = 143 \text{ м/сум}$$

$$47524 \cdot 1,026 = 48760 \text{ м/год}$$

Таблица 7

Расход сырьевых материалов.

N	Наименование сырья	Ед. изм.	Расхода в:		
			час	сутки	год
1	мел	т	85,8	2059	704030
2	глина	т	27,3	655	224010
3	отарки	т	5,84	143	48760

### Подбор технологического оборудования.

В данном разделе приводится только технологический расчет оборудования, без каких-либо конструктивных расчетов отдельных узлов машины. Под технологическим расчетом оборудования понимается определение производительности установки и определение числа машин, необходимых для выполнения производственной программы по данному переделу.

Общая формула для технологического расчета оборудования имеет вид:

$$P_M = \frac{P_T}{P_n K_{ВН}}$$

где:  $P_M$  - количество машин, подлежащих установке;

$P_T$  - требуемая часовая производительность по данному технологическому переделу;

$P_n$  - часовая производительность машин выбранного типа;

$K_{вн}$  - нормативный коэффициент использования оборудования по времени (принимается обычно равном 0,8-0,9).

Основное внимание необходимо уделить отделению сырьевой мельницы, пегному отделению и отделению цементной мельницы.

### 1. Сырьевая мельница.

Для помола и окончательной сушки сырьевых материалов предусмотрим установку сушилки-дробилки производительностью 70 т/час.

$$P_m = \frac{P_T}{P_n K_{вн}}$$

где:  $P_T = 57,9$ , следовательно:

$$P_m = \frac{57,9}{70 \cdot 0,9} = 0,92$$

В данном расчете к установке принимаем одну сырьевую мельницу.

Характеристика сырьевой мельницы:

- производительность - 70 т/час;
- испарение влаги - 15 т/час;
- расход тепла - 17000 ккал/г;
- масса - 50 т;
- максимальный размер кусков загружаемого материала - 100 мм;

### 2. Пегное отделение

Для обжига сырьевой смеси и получения цементного клинкера предусмотрим установку вращающейся пегги производительностью 30 т/час.

$$П_m = \frac{57,9}{30 \cdot 0,9} = 2,1 \approx 2 \text{ шт}$$

К установке принимаем две вращающиеся пещи.

Характеристика пещи:

- длина пещи - 98,6 м;
- диаметр внутренней части - 4 м;
- уклон - 4°;
- число оборотов корпуса пещи на полном ходу - 1,52 об/мин.
- производительность - 30 т/час

Характеристика привода:

- Редуктор ЦТ 2900-71,36
- Мощность двигателя - 250 кВт

Диаметр пещи по кожуху при помощи футеровки, равной 0,3 м

$$D_k = D_v + N \cdot 0,3, \text{ м}$$

где:  $D_v$  - внутренний диаметр пещи;

$N$  - количество пещей.

$$D_k = 4 + 2 \cdot 0,3 = 4,6 \text{ м}$$

Для транспортирования клинкера на склад принимаем клинкерный конвейер типа

СМУ - 611-5 производительностью 150 т/час.

Потребное число конвейеров:

$$П_m = \frac{57,9}{150 \cdot 0,9} = 0,43$$

Принимаем один конвейер на две пещи.

### 3. Отделение цементной мельницы.

Для помола цементного клинкера и получения цемента предусмотрим установку двух шаровых барабанных мельниц производительностью 40 т/час каждая.

Следовательно при общей производительности 80 т/час, годовая производительность составит  
 $80 \cdot 8208 \cdot 0,9 = 590\ 976\ \text{т}$

Таким образом, помольные мощности имеют значительный резерв, что дает возможность работать мельниц в любое время или компенсировать неравномерность сброса цемента.

Таблица 8

Ведомость основного технологического оборудования.

№	Наименование оборудования	Ед. изм.	Кол-во
1	отрелевая мельница	шт	1
2	газоход	шт	2
3	пневмоподъемник	шт	2
4	холодильник	шт	2
5	смесительная камера	шт	2
6	декарбонизатор	шт	2
7	циклон	шт	8
8	вращающаяся пег	шт	2
9	клинкерный конвейер	шт	1
10	цементная мельница	шт	2

### Расчет отрелевых бункеров

Полезная емкость бункера рассчитывается по формуле

$$V_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{а}} \cdot 2}{G_{\text{н}}}$$

где:  $Q_{\text{а}}$  - производительность питаемого из бункера агрегата, т/час

$z$  - норма времени запаса материала, час;  
 $\rho_n$  - насыпная масса материала, т/м<sup>3</sup>;  
Для мела:  $\frac{85,8 \cdot 2}{1,3} = 132 \text{ м}^3$

Для глины:  $\frac{273 \cdot 2}{1,6} = 35 \text{ м}^3$

Для огарок:  $\frac{5,94 \cdot 2}{1,2} = 9,9 \text{ м}^3$

Требуемый геометрический объем бункера определяют по формуле:

$$V_0 = \frac{V_{\Sigma}}{K_{\Sigma}}$$

где:  $K_{\Sigma}$  - коэффициент заполнения, принимается равным 0,85-0,9

$$V_{0\text{мел}} = \frac{132}{0,9} = 147 \text{ м}^3$$

$$V_{0\text{гл}} = \frac{35}{0,9} = 39 \text{ м}^3$$

$$V_{0\text{огр}} = \frac{9,9}{0,9} = 11 \text{ м}^3$$

### Расчет клинкерного склада.

Расчет клинкерного склада производится по формуле:

$$V_n = \frac{P_{\Sigma \text{сут}} \cdot C_n}{k_n \cdot \rho}$$

где:  $P_{\Sigma \text{сут}}$  - производительность в сутки, т/сут;

$C_n$  - нормативный запас хранения материала в сутки;

$k_n$  - коэффициент использования клинкера;

$\rho$  - плотность клинкера, т/м<sup>3</sup>

$$V_n = \frac{4389 \cdot 4}{0,95 \cdot 1,5} = \frac{5556}{1,425} = 3900 \text{ м}^3$$

Для определения геометрических размеров клинкерного склада воспользуемся следующей формулой:

$$F = \frac{V_n}{k_2 \cdot H_T} \cdot k_1$$

где:  $V_n$  - потребная емкость склада ( $\text{м}^3$ );

$H_T$  - максимальная высота, м;

$k_1$  - коэффициент, учитывающий разрыв, проезд на складе, ремонтные площади, место занятые бункерами и т.д. (1,2-1,5);

$k_2$  - коэффициент использования теоретического объема, зависящий от формы и размеров штабеля (0,85-0,9);

$F$  - площадь склада;

$$F = \frac{3900}{0,9 \cdot 7} \cdot 1,5 = 930 \text{ м}^2$$

Принимаем ширину склада 30 м, тогда длина составит - 31 м

Параметры склада:

- длина - 31 м;

- ширина - 30 м;

- высота - 7 м;

### Расчет склада готовой продукции.

Полезная емкость цементных силосов рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{P_{\text{сут}} \cdot C_n}{k_2 \cdot B_n}$$

где:  $P_{\text{сут}}$  - производительность в сутки, т/сут;

$C_n$  - нормативный запас хранения материала в сутки;

$K_2$  - коэффициент заполнения;

$G_n$  - фактическая масса материала, т/м<sup>3</sup>;

$$V = \frac{1462 \cdot 2}{1,15} = 2543,4 \text{ м}^3$$

Силоевой склад цемента состоит из 4-х металлических силосов, установленных на опорных металлоконструкциях.

$$\text{Вместимость одного силоса} = \frac{2543,4}{4} = 635,85 \text{ м}^3$$

Для определения геометрических размеров одного силоса воспользуемся следующей формулой:

$$F = \frac{V_n}{K_2 \cdot H_T} \cdot K_1$$

$$F = \frac{635,85}{0,9 \cdot 9} = 78,5 \text{ м}^3$$

Чтобы определить диаметр силоса, воспользуемся формулой:

$$d = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{78,5}{3,14}} = 5 \text{ м}$$

Параметры цементного силоса:

- диаметр - 5 м;

- высота - 9 м;

- вместимость - 635,85 м<sup>3</sup> / 731 т

## Контроль качества производства портландцемента.

Для организационного контроля технологического процесса производства, предупреждающего выпуск нестандартной продукции на предприятии создают отдел технического контроля. Систематический контроль за качеством изделий, сырьём осуществляется с участием цеховых лабораторий. Задачей ОТК является предупреждение выпуска некачественной продукции. ОТК обязан периодически проверять параметры, установленные в технологии на всех стадиях производства, а также качество сырья и материалов. На основании результатов приёмки и лабораторных испытаний ОТК выдаёт заключение о пригодности продукции, составляется сертификат и только тогда продукция поставляется потребителю. ОТК постоянно участвует в работе отделов, цехов и лабораторий предприятия по поступлению партии брака.

Контроль технологических процессов — это ответственность технологических режимов и других показателей к требованиям нормативно-технической документации. В зависимости от контролируемого этапа производственного процесса технологический контроль подразделяется на:

- входной контроль — определение качества сырья и материалов;
- операционный контроль — осуществляется после завершения определенных технологи-

зских операций);

- приемный контроль - проводят с целью определения качества готовой продукции к установленным требованиям.

По полноте охвата контроль может быть: сплошным, выборочным, непрерывным, периодическим и лотным.

Сплошной контроль - определяется качество всей продукции без исключения.

Выборочный контроль - заключается в оценке качества по результатам проверки одной или нескольких партий.

Непрерывный контроль - проводят с целью проверки стабильности технологического процесса. Осуществляется при помощи автоматизированных средств контроля.

Периодический контроль - осуществляется в случае стабильности технологического процесса и качества продукции.

По результатам контроля составляются карты контроля, которые являются нормативно-технической документацией предприятия.

Таблица 9  
Контроль добычи и переработки сырья.

N	Материал	Контролируемый параметр	Место и способ отбора проб	Периодичность контроля	Метод контроля	Средства измерения
1	2	3	4	5	6	7
1	Известняк, мел	влажность	карьер (вручную)	по мере отработки полезного ископаемого	У, РСТ 5382-091	Весы ВЛК-500-Н, сушильный шкаф

1	2	3	4	5	6	7
		химический состав	карьер (вручную)	по мере отработки полезного ископаемого	УЗРСТ 5382-91	ФЭТ-УНИЦЗ, весы ВЛАО-100, ВЛР-200
2	Глина	влажность	карьер (вручную)	по мере отработки полезного ископаемого	УЗРСТ 5382-91	Весы ВЛК-500-М, сушильный шкаф
		химический состав	карьер (вручную)	по мере отработки полезного ископаемого	УЗРСТ 5382-91	КФК-2, УХЛ-2, СРМ-25, фотоэлектрический титратор Т-107, весы ВЛР-200
3	Известняк, мел	влажность	ленточный конвейер (вручную)	1 раз в смену	УЗРСТ 5382-91	Весы ВЛК-500-М, сушильный шкаф
		титр	ленточный конвейер (вручную)	1 раз в сутки	рабочая методика	Весы ВЛК-200, титровальная бюретка
		химический состав	ленточный транспортер (вручную)	1 раз в месяц	УЗРСТ 5382-91	ФЭТ-УНИЦЗ, весы ВЛАО-100, ВЛР-200
		запасочность	ленточный транспортер (вручную)	1 раз в смену	рабочая методика	Весы ВЛК-500, сито N 008
4	Глина	влажность	ленточный транспортер (вручную)	1 раз в смену	рабочая методика	Весы ВЛК-500-М, сушильный шкаф
		запасочность	ленточный транспортер (вручную)	1 раз в смену	рабочая методика	Весы ВЛК-500, сито N 008
		химический состав	ленточный транспортер (вручную)	1 раз в месяц	УЗРСТ 5382-91	КФК-2, УХЛ-2, СРМ-25, фотоэлектрический титратор Т-107, весы ВЛР-200
5	Гипс	влажность	со склада (вручную)	от каждой партии	УЗРСТ 4013	сушильный шкаф, весы ВЛР-200
		содержание SO <sub>3</sub>	со склада (вручную)	от каждой партии	УЗРСТ 4013	сушильный шкаф, весы ВЛР-200
		размер кусков	со склада (вручную)	от каждой партии	визуально	
		химический состав	со склада (вручную)	1 раз в месяц	УЗРСТ 5382-91	фотоэлектрический титратор Т-107, весы ВЛР-200
6	Гол	плотность и теплопроводность	из теплопровода	1 раз в сутки	УЗРСТ 17310	текнометр
		удельная теплота сгорания	из теплопровода	4-5 раз в месяц	УЗРСТ 10062	колориметрическая колба

Таблица 10

## Контроль приготовления сурьевой смеси.

№	Материал	Контролируемый параметр	Метод и место отбора проб	Периодичность контроля	Метод контроля	Средства измерения
1	2	3	4	5	6	7
1	Глубокомолотая сурьевая мука	влажность	объединение потоков на входе в сурьевую мельницу	1 раз в час	УЗРСТ 5382-91	Весы ВЛК-500, сушильный шкаф
		анализ на 5 оксидов: $SiO_2$ , $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $CaO$ , $MgO$	объединение потоков на входе в сурьевую мельницу	1 раз в час	УЗРСТ 5382-91	КФК-2-УХЛ-4-2, СРМ-25, фотоэлектрический титратор Т-107, весы ВЛР-200
		тонкость помола	объединение потоков на входе в сурьевую мельницу	1 раз в час	УЗРСТ 5382-91	Весы ВЛК-500, сушильный шкаф, СИТОН 008
		анализ на 4 оксида: $SiO_2$ , $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $CaO$	объединение потоков на входе в сурьевую мельницу	непрерывно	УЗРСТ 5382-91	КФК-2-УХЛ-4-2, СРМ-25, фотоэлектрический титратор Т-107, весы ВЛР-200
2	Тонкопомолотая сурьевая мука	анализ на 5 оксидов: $SiO_2$ , $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $CaO$ , $MgO$	на выходе из мельницы (проботборник сурьевой муки)	1 раз в час	УЗРСТ 5382-91	КФК-2-УХЛ-4-2, СРМ-25, фотоэлектрический титратор Т-107, весы ВЛР-200
		влажность	на выходе из мельницы (проботборник сурьевой муки)	1 раз в час	УЗРСТ 5382-91	Весы ВЛК-500, сушильный шкаф, СИТОН 008
		тонкость помола	на выходе из мельницы (проботборник сурьевой муки)	1 раз в час	УЗРСТ 5382-91	Весы ВЛК-500, сушильный шкаф, СИТОН 008
		анализ на 4 оксида: $SiO_2$ , $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $CaO$	на выходе из мельницы (проботборник сурьевой муки)	непрерывно	УЗРСТ 5382-91	КФК-2-УХЛ-4-2, СРМ-25, весы ВЛР-200
3	Сурьевая мука	анализ на 5 оксидов: $SiO_2$ , $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $CaO$ , $MgO$	объединение потоков на входе в смешательной силос	1 раз в час	УЗРСТ 5382-91	КФК-2-УХЛ-4-2; СРМ-25, весы ВЛР-200
		влажность	объединение потоков на входе в смешательной силос	1 раз в час	УЗРСТ 5382-91	Весы ВЛК-500, сушильный шкаф

1	2	3	4	5	6	7
		Тонкость помола	объединение потоков на входе в смесительной силе	1 раз в час	УРСТ5382-51	Весы ВЛК-500, сушильный шкаф, сито N008
		анализ на оксиды: $SiO_2$ , $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $CaO$	объединение потоков на входе в смесительной силе	непрерывно	УРСТ5382-51	КФК-2-УХЛ4-2, СРМ-25, фотоэлектрический титратор Т-107, весы ВЛР-200
		анализ на оксидов: $SiO_2$ , $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $CaO$ , $MgO$	объединение потоков на узле питания пазного агрегата	1 раз в 2 часа	УРСТ5382-51	КФК-2-УХЛ4-2, СРМ-25, фотоэлектрический титратор Т-107, весы ВЛР-200
		влажность	объединение потоков на узле питания пазного агрегата	1 раз в 2 часа	УРСТ5382-51	Весы ВЛК-500, сушильный шкаф
		Тонкость помола	объединение потоков на узле питания пазного агрегата	1 раз в 2 часа	УРСТ5382-51	Весы ВЛК-500, сушильный шкаф, сито N008
		полипы и минеральный анализ	объединение потоков на узле питания пазного агрегата	1 раз в месяц по графику продаж	УРСТ5382-51	КФК-2-УХЛ4-2, СРМ, фотоэлектрический титратор Т-107, весы ВЛР-200
		влажность	узел пересылки из смесительного силоса в загрузочную	по мере необходимости определения коэффициента усреднения в силосах	УРСТ5382-51	Весы ВЛК-500, сушильный шкаф
		анализ на оксидов: $SiO_2$ , $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $CaO$ , $MgO$	узел пересылки из смесительного силоса в загрузочную (вручную)	по мере необходимости определения коэффициента усреднения в силосах	УРСТ5382-51	КФК-2-УХЛ4-2, СРМ-25, фотоэлектрический титратор Т-107, весы ВЛР-200
		Тонкость помола	узел пересылки из смесительного силоса в загрузочную (вручную)	по мере необходимости определения коэффициента усреднения в силосах	УРСТ5382-51	Весы ВЛК-500, сушильный шкаф, сито N008

Таблица 11

## Контроль обжига клинкера.

№	Материал	Контролируемый параметр	Метод и способ отбора проб	Периодичность контроля	Метод контроля	Средства измерения
1	2	3	4	5	6	7
1	Клинкер	содержание свободного $CaO$	за холодильником пегных агрегатов (проботборщик клинкера)	1 раз в 2 часа	У, РСТ 5382-81 петрографический	микроскоп МИН-8
		анализ на оксиды: $SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO$	за холодильником пегных агрегатов	1 раз в сутки по средним пробам от всех пегей	У, РСТ 5382-81	КРФ-1Б, САН-20, ФЭК-56М, весы ВЛР-200
		микрорологический состав, характер кристаллизации	за холодильником пегных агрегатов	1 раз в сутки по средним пробам от всех пегей	петрографический	микроскоп МИН / 2
		физико-механические испытания	за холодильником пегных агрегатов	1 раз в сутки по средним пробам от всех пегей	У, РСТ 31.01.76-4-81	средство измерения при испытании цементов

Таблица 12

## Контроль помола цемента

№	Материал	Контролируемый параметр	Место и способ отбора проб	Периодичность контроля	Метод контроля	Средства измерения
1	2	3	4	5	6	7
1	Цемент	тонкость помола	после каждой мельницы (проботборщик отборных сопудных материалов)	каждые 2 часа	У, РСТ 3102-76 рабочая методика	пневмомас-сизатор ПМС-20
		содержание $SO_3$	после каждой мельницы (проботборщик отборных сопудных материалов)	каждые 2 часа	У, РСТ 5382-81	по У, РСТ 5382-81
		содержание добавок	после каждой мельницы (проботборщик отборных сопудных материалов)	каждые 2 часа	У, РСТ 5382-81	по У, РСТ 5382-81

1	2	3	4	5	6	7
2	Цемент	Толщина пачки	из трубопро- водов на вхо- де из силоса	после заполне- ния силоса или дзимола партии	ОН 21-11-85	по ОН 21-11-85
		содержание SO <sub>3</sub>	из трубопро- водов на вхо- де из силоса	после заполне- ния силоса или дзимола партии	У РСТ 5382-51	согласно У РСТ 5382-51
		содержание добавок	из трубопро- водов на вхо- де из силоса	после заполне- ния силоса или дзимола партии	ОН 21-11-85	по ОН 21-11-85
		равномер- ность уле- жения объема	из трубопро- водов на вхо- де из силоса	от каждой партии вера- ботанного це- мента	У РСТ 3101- 310.3-76	согласно У РСТ 3101- 310.3-76
		сроки схват- ывания	из трубопро- водов на вхо- де из силоса	от каждой партии вера- ботанного це- мента	У РСТ 3101- 310.3-76	согласно У РСТ 3103-76
		прочностные характерис- тики	из трубопро- водов на вхо- де из силоса	от каждой партии вера- ботанного це- мента	У РСТ 3101- 310.3-76	согласно У РСТ 3103-76

Таблица 13  
Контроль тарирования цемента.

N	Материал	Контролируе- мый параметр	Место и спо- соб отбора проб	Периодиче- ность конт- роля	Метод контроля	Средства измерения
1	2	3	4	5	6	7
1	Цемент	темпера- тура	из трубопро- водов на выходе из силоса	от каждой партии	У РСТ 10178- 85	Термометр до 250 °С
2	Мешки с цементом	средняя масса пол- ного мешка	в транспор- тере после упаковочной машины (вручную)	1 раз в ме- сяц	У РСТ 22237	весы

## Расчет сборной железобетонной колонны.

Необходимо рассчитать и сконструировать колонну крайнего ряда производственного двухэтажного однопролетного здания с плоской кровлей. Высота этажа 4,8 м. Сетка колонн 6×6 м. Верх фундамента заглублен ниже отметки пола на 0,6 м. Полезная (временная) нагрузка на междуэтажное перекрытие 7 кН/м<sup>2</sup>, в том числе длительная 5 кН/м<sup>2</sup>. Класс бетона по прочности на сжатие колонн В 25, продольная арматура класса А-III. По назначению здание относится ко второму классу. Принимаем  $\gamma_n = 0,95$ .

### 1. Определение нагрузок и усилий.

Грузовая площадь от перекрытий и покрытий при сетке колонн 6×6 м для колонны крайнего ряда равна 18 м<sup>2</sup>.

При этом высота и ширина сечения ригеля приняты:

$$h \approx 0,1 l = 0,1 \cdot 600 = 60 \text{ см}$$

$$b = 0,4 h = 0,4 \cdot 60 = 24 \text{ см} \approx 25 \text{ см (кратко 5 см)}$$

При этих размерах масса ригеля на 1 м длины составит:  $hbr = 0,6 \cdot 0,25 \cdot 2500 = 375 \text{ кг}$ , а на 1 м<sup>2</sup> =  $\frac{375}{6} = 62,5$ .

Подсчет нагрузок, в котором учитываются постоянная и временная нагрузки от покрытий и перекрытий сведен в таблице 14

Нормативные и расчетные нагрузки.

Таблица 14

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка $q$ , $\text{кН/м}^2$	Коеф-т надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка $q_{расч}$ , $\text{кН/м}^2$
<b>От покрытия:</b>			
<b>постоянная:</b>			
от рулонного ковра в три слоя	120	1,2	150
от цементного выравнивающего слоя при $t=20\text{ мм}$ , $\rho=2000\text{ кг/м}^3$	400	1,3	520
от утеплителя - пенобетонных плит при $b=120\text{ мм}$ , $\rho=400$	480	1,2	580
от пароизоляции в один слой	40	1,2	50
от сборных ребристых панелей	2500	1,1	2750
от ригелей	625	1,1	690
от вентиляционных коробов и трубопроводов	500	1,1	550
Итого	4665	-	5290
<b>Временная:</b>			
кратковременная	1000	1,4	1400
длительная (30%)	700	1,4	980
300	300	1,4	420
Всего от покрытия	5665	-	6690
<b>От перекрытия:</b>			
<b>постоянная:</b>			
от плиточного пола, $t=15\text{ мм}$ , $\rho=2000$	300	1,1	330
от цементного раствора, $t=20\text{ мм}$ , $\rho=2000$	400	1,3	520
от шлакобетона, $t=60\text{ мм}$ , $\rho=1500$	900	1,3	1200
от ребристых панелей	2500	1,1	2750
от ригелей	625	1,1	690
Итого	4725	-	5500
<b>Временная:</b>			
длительная	5000	1,2	6000
кратковременная	2000	1,2	2400
Всего от перекрытия	11725	-	13900

Сечение колонны примем  $b_c \times h_c = 30 \times 30$  см. Расчетная длина колонны во втором этаже равна высоте этажа  $l_0 = H_f = 4,8$  м, а для первого этажа с учетом заделки колонны в фундаменте  $l_0 = 0,7 H_1 = 0,7(4,8 + 0,6) = 3,8$  м.

Собственной расчетной вес колонны:  
во втором этаже:

$$G_c = b_c \cdot h_c \cdot H_f \cdot \rho \cdot \gamma_c = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 4,8 \cdot 25 \cdot 1,1 = 11,9 \text{ кН}$$

в первом этаже:

$$G_c = 0,3 \cdot 0,3 \cdot (4,8 + 0,6) \cdot 25 \cdot 1,1 = 13,4 \text{ кН}$$

Подает расчетной нагрузки на колонну сведен в таблице 15

Таблица 15

Подсчет расчетной нагрузки на колонну.

Этаж	Нагрузка от кровли и перекрытия, кН		Собственный вес колонны, кН	Расчетная суммарная нагрузка, кН		
	длительная	кратковременная		длительная $N_{id}$	кратковременная $N_{ed}$	полная
2	103	17,6	11,9	114,9	17,6	132,5
1	310	60,8	25,3	335,2	60,8	396

## 2. Расчет колонны первого этажа.

Усилия с учетом  $\gamma_n = 0,95$  будут:

$$N_1 = 396 \cdot 0,95 = 376,2 \text{ кН}$$

$$N_{1d} = 335,2 \cdot 0,95 = 318,4 \text{ кН}$$

Сечение колонны  $b_c \times h_c = 30 \times 30$  см, бетон класса В25,  $R_b = 14,5$  МПа, арматура А III,  $R_{sc} = 365$  МПа,

$$\gamma_{d2} = 0,9$$

Предварительно возьмем отношение

$N_{id}/N_i = \frac{318,4}{376,2} = 0,85$ ; гибкость колонны  $\lambda = \frac{l_0}{h_c} =$   
 $= \frac{380}{30} = 12,67 > 4$ , следовательно, необходимо учиты-  
 тывать прогиб колонны; эксцентриситет  $e_0 =$   
 $= \frac{h_c}{30} = \frac{30}{30} = 1 \text{ см}$ , а также не менее  $e/600 = \frac{540}{600} =$   
 $= 0,9$ ; принимаем большее значение  $e_0 = 1 \text{ см}$ ;  
 расчетная длина колонны  $l = 380 \text{ см} < 20 \cdot h_c =$   
 $= 20 \cdot 30 = 600 \text{ см}$ , значит расчет продольной  
 арматуры можно выполнять по формуле:

$$A_s + A_s' = \frac{N}{\eta \varphi R_{sc}} - A \frac{R_b}{R_{sc}}$$

задается процентом армирования  $\mu = 1\%$  и  
 вычисляем:

$$\alpha_1 = \mu \frac{R_{sc}}{R_b \gamma_{b2}} = 0,01 \frac{365}{14,5 \cdot 0,9} = 0,28$$

При  $N_{id}/N_i = 0,85$  и  $\lambda = 12,67$  коэффициента  
 $\varphi_6 = 0,87$ ,  $\varphi_2 = 0,89$ . Коэффициент  $\varphi$  определим  
 по формуле:

$$\varphi = \varphi_6 + 2(\varphi_2 - \varphi_6) \alpha_1 = 0,87 + 2(0,89 - 0,87) \cdot 0,28 =$$

$$= 0,881 < \varphi_2 = 0,89$$

Требуемая площадь сечения продольной ар-  
 матуры:

$$(A_s + A_s') = \frac{N_i}{\varphi \gamma_s R_{sc}} - A \frac{R_b \gamma_{b2}}{R_{sc}} = \frac{576200}{0,881 \cdot 1,365(100)} - 30 \cdot 30 \frac{14,5 \cdot 0,9}{365} =$$

$$= 1,02 \text{ см}^2$$

Принято конструктивно  $4 \Phi 16 A - III$ ,  $\Sigma A_s =$   
 $= 8,04 \text{ см}^2$ ;  $\mu = (8,04/900) \cdot 100 = 0,89\%$  (это  
 близко к  $\mu = 0,01$ )  
 Фактическая несущая способность сечения  
 $300 \times 300 \text{ мм}$ :

$$N_{sc} = \gamma \varphi (R_b \gamma_b A + \Sigma A_s R_{sc}) = 1,0,854 (14,5 (100) \cdot 0,9 \cdot 900 + 8,04 \cdot 365 \cdot 100) = 695000 \text{ Н} = 695 \text{ кН} > N_1 = 376,2$$

Несмотря на значительное превышение прогно-  
ты сечения, дальнейшее уменьшение сечения и  
армирования колонны по конструктивному ус-  
ловиям нецелесообразно.

Поперечная арматура (в) принята диаметром  
8 мм класса А-I шагом 250 мм  $< 20d, = 20 \cdot 16 =$   
 $= 320 \text{ мм}$  и меньше  $h_c = 30 \text{ см}$ .

### 3. Расчет колонны второго этажа.

Для колонны второго этажа примем сечение  
колонны  $h_c \times b_c = 30 \times 30 \text{ см}$ ; класс бетона В15,  
 $R_b = 8,5 \text{ МПа}$ , А-III.

Действующие расчетные нагрузки:

$$N_2 = 132,5 \cdot 0,95 = 126 \text{ кН}$$

$$N_{id_2} = 114,5 \cdot 0,95 = 109 \text{ кН}$$

$$\text{Отношение } \frac{N_{id_2}}{N_2} = \frac{109}{126} = 0,87$$

Гибкость колонны  $\lambda = \frac{l_0}{h_c} = \frac{480}{30} = 16 > 4$ , не-  
обходим учет прогиба колонны.

$$\text{Случайный эксцентриситет: } e_0 = \frac{h_c}{30} = \frac{300}{500} =$$

$$= 9 \text{ см} > l_0 / 600 = \frac{480}{600} = 0,8 \text{ м}$$

Принимаем коэффициент армирования  $\mu = 1\%$   
 $\varphi_b = 0,74$ ,  $\varphi_2 = 0,82$ , тогда  $\varphi = 0,74 + 2(0,82 - 0,74)0,28 =$   
 $= 0,78 < \varphi_2 = 0,82$

Требуемая площадь сечения продольной ор-  
матуры:

$$(A_s + A_s') = \frac{126000}{0,78 \cdot 1 \cdot 36500} = 25 \cdot 25 \frac{8,5 \cdot 0,9}{365} = 0,76 \text{ м}^2$$

Принимаем 4Ф16 А-III,  $A_s = 8,04 \text{ см}^2$

Процент армирования  $\mu = \left(\frac{8,04}{300}\right) \cdot 100 = 0,89\%$

Фактическая несущая способность:  
 $N_f = 1,0,78 (8,5(100) \cdot 0,8 \cdot 300 + 8,04 \cdot 365 (100)) =$   
 $= 517,2 \text{ кН} > N_2 = 126 \text{ кН}$

Несмотря на значительное превышение прогностичности сечения, дальнейшее изменение сечения и армирование колонны по конструктивному условию нецелесообразно.

#### 4. Расчет стыка колонны.

Рассчитываем стык колонны между первым и вторым этажом. Колонна стыкуется сваркой торцевых стальных листов, между которыми при монтаже вставляют центрирующую прокладку толщиной 5 мм. Расчетное усилие в стыке принимаем по нагрузке второго этажа

$$N_2 = N_2 = 132,5 \cdot 0,85 = 126 \text{ кН}$$

Для колонны второго этажа имеем продольную арматуру 4  $\Phi 16 \text{ А-III}$ , бетон класса В15. Так как продольная арматура обрывается в зоне стыка, то требуется усиление концов колонны сварными поперечными сетками. Проектируем сетки из стали класса А-III,  $\Phi = 6 \text{ мм}$ ,  $R_s = 355 \text{ МПа}$ ; сварку торцевых листов выполняем электродами марки Э-42,  $R_{wf} = 180 \text{ МПа}$ .

Назначаем размер центрирующей прокладки в плане (применительно к колонне второго этажа)

$$c_1 = c_2 = b/3 = 300/3 = 100 \text{ мм};$$

принимает прокладку размерами  $100 \times 100 \times 5 \text{ мм}$ :

размер торцовых листов в тавре  $h_1 = b_1 = 300 - 20 = 280$  мм, толщина  $t = 14$  мм

Усилие в стожке  $N_y$  передается через сварные швы по периметру торцовых листов и центрирующую прокладку:

$$N_y \leq N_w + N_n$$

Определяем усилие  $N_w$ , которое могут воспринимать сварные швы:

$$N_w = N_y A_w / A_c$$

где:  $A_c = A_w + A_n$  - общая площадь контакта;  
 $A_w$  - площадь контакта по периметру сварного торцовых листов;  $A_w = 2 \cdot 2,5 t \cdot (h_1 + b_1 - 5t) = 5 \cdot 1,4 (28 + 28 - 5 \cdot 1,4) = 343 \text{ см}^2$

Площадь контакта  $A_n$  под центрирующей прокладкой:

$$A_n = (c_2 + 3t)(c_1 + 3t) = (10 + 3 \cdot 1,4)^2 = 202 \text{ см}^2;$$

Общая площадь контакта:

$$A_c = A_w + A_n = 343 + 202 = 545 \text{ см}^2; A_{\text{сост}} = 545 \text{ см}^2;$$

$$N_w = N_y (A_w / A_c) = 126 \cdot (343 / 545) = 79 \text{ кН}$$

Определяем усилие, приходящееся на центрирующую прокладку:

$$N_n = N_y - N_w = 126 - 79 = 47 \text{ кН}$$

Требуемая толщина сварного шва по контуру торцовых листов:

$$t_w = \frac{N_w}{\sigma_w R_{wy} \gamma_c} = \frac{79000}{4(28-1)215(100)} = 0,3 \text{ см} < t = 1,4 \text{ см}$$

где  $R_{wy} = R_y = 215$  МПа по табл. 51 СНиП II-23-81 как для стальных стожковых швов, выполняемых электродами марки Э-42 в конструкциях из стали марки ВСтЗкп;  $\sigma_w = 4 (v_1 - t \text{ см})$ , где  $t \text{ см}$  - угол на керошвар шва по концам с каждой стороны;

Принимаем толщину сварного шва 3 мм,

Определяем шаг и сечение сварных сеток в торце колонны под центрирующей прокладкой. По конструктивным соображениям у торцов колонны устанавливают не менее 4 шт. сеток на длине не менее  $10d$ , где  $d$  - диаметр продольных рабочих стержней. При этом шаг сеток  $S$  должен быть не менее 60 мм, не более  $1/3$  размера меньшей стороны сечения и не более 150 мм. Размер ячеек сетки рекомендуется принимать в пределах  $45 \div 100$  мм и не более  $1/4$  меньшей стороны сечения элемента. Для сеток применяют обыкновенную проволоку класса В-I или Вр-I диаметром  $d \leq 5$  мм или стержневую арматуру класса А-III при  $d = 6 \div 14$  мм.

Выбираем сетки из стержней  $\Phi 6$  А-III,  $A_s = 0,283 \text{ см}^2$ , размер стороны ячейки  $a = 5 \text{ см}$ , число стержней в сетке  $n = 6$ , шаг сеток  $S = 6 \text{ см}$ . Для квадратной сетки будем иметь коэффициент насыщения поперечными сетками:

$$\mu_{xy} = \frac{n_x A_{sx} l_y + n_y A_{sy} l_x}{A_{ef} S} = \frac{2(0,283 \cdot 26 \cdot 5)}{26 \cdot 26 \cdot 6} = 0,0182;$$

коэффициент  $\psi$

$$\psi = \frac{\mu_{xy} R_{s,xy}}{R_b \gamma_b + 10} = \frac{0,0182 \cdot 355}{8,5 \cdot 0,9 + 10} = 0,366,$$

коэффициент эффективности косвенного армирования

$$\varphi = 1 / (0,23 + \psi) = 1 / (0,23 + 0,366) = 1,68.$$

Проверка стержней при расчете на сжатие должна удовлетворять условию

$$N_y \leq R_b, \text{ и } A_{loc1}$$

где  $R_{b,red}$  - приведенная прижимная прочность бетона, определяемая по формуле:

$$R_{b,red} = R_b \gamma_b \varphi_b + \varphi \mu_{xy} R_{s,xy} \varphi_s = 8,5 \cdot 0,9 \cdot 1,18 +$$

$$+ 1,68 \cdot 0,0182 \cdot 355 \cdot 1,68 = 27,3 \text{ МПа}$$

здесь  $\varphi_b = \sqrt[3]{A_{loc2}/A_{loc1}} = \sqrt[3]{900/545} = 1,18$ ;

$$A_{loc2} = 30 \times 30 = 900 \text{ см}^2; \quad A_{loc1} = A_c = 545 \text{ см}^2;$$

$$\varphi_s = 4,5 - 3,5 (A_{loc1}/A_{ef}) = 4,5 - 3,5 (545/676) = 1,68;$$

$A_{ef} = 26 \times 26 = 676 \text{ см}^2$  - площадь бетона, заключенного внутри контура поперечных сеток, считая его по крайним стержням.

Подставляя вычисленные значения, получим:

$$N_T = 126000 \text{ Н} < R_{b,red} A_{loc1} = 27,3(100) \cdot 545 =$$

$$= 1488 \text{ кН}$$

Условие соблюдается, прочность торца колонны достаточна.

#### 5. Расчет консоли колонны. $\checkmark$ *Лавин*

Расчетные данные: бетон колонны второго этажа класса В15, арматура класса А-III, ширина консоли равна ширине колонны  $b_c = 30 \text{ см}$ . Ширина ригеля  $b = 30 \text{ см}$ .

Максимальная расчетная реакция от ригеля перекрытия при  $\gamma_n = 0,95$  составляет:

$Q = 13,8 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 0,95 = 238 \text{ кН}$ . Определяем минимальной влет консоли  $l_{pm}$  из условий смятия под концом ригеля:

$$l_{pm} = \frac{Q}{b R_b \gamma_b} = \frac{238000}{2 \cdot 8,5(100) \cdot 0,9} = 15,6 \text{ см}$$

с учетом зазора между торцом ригеля и гранью колонны, равного 5 см, влет консоли  $l_c = l_{pm} + 5 = 15,6 + 5 = 20,6 \text{ см}$ ; принимаем

кратко 5 см  $l_c = 25$  см.

Высоту сечения консоли находим по сечению, проходящему по грани колонны. Работу высоты сечения определяем из условия:

$$Q \leq \frac{1,5 R_{bt} b_c h_0^2}{a}$$

где правую часть неравенства принимаем не более  $2,5 R_{bt} b_c h_0$

Выводим условия для  $h_0$ :

$$h_0 \leq Q / (2,5 R_{bt} b_c)$$

$$h_0 \geq \sqrt{Q \cdot a / (1,5 R_{bt} b_c)}$$

Определяем расстояние  $a$  от точки приложения опорной реакции  $Q$  до грани колонны:

$$a = l_c - \frac{Q}{2 b R_b \gamma_b} = 25 - \frac{238000}{2 \cdot 30 \cdot 8,5(100) \cdot 0,9} = 20 \text{ см}$$

Максимальная высота  $h_0$ :

$$h_0 = 238000 / (2,5 \cdot 0,75(100) \cdot 0,9 \cdot 30) = 47,2 \text{ см}$$

Минимальная высота  $h_0$ :

$$h_0 = \sqrt{\frac{238000 \cdot 20}{1,5 \cdot 0,75(100) \cdot 0,9 \cdot 30}} = 40 \text{ см}$$

Полная высота сечения консоли у основания принята  $h = 50$  см,  $h_0 = 50 - 3 = 47$  см.

Находим высоту свободного конца консоли, если иттиная грань её наклонена под углом  $\gamma = 45^\circ$ , ( $\text{tg } 45^\circ = 1$ ):

$$h_1 = h - l_c \text{ tg } 45^\circ = 50 - 25 \cdot 1 = 25 \text{ см} \geq h/3 = \frac{1}{3} \cdot 50 \approx 17 \text{ см}$$

Условие удовлетворяется.

#### 6. Расчет армирования консоли.

Расчетной изгибающий момент определяем по формуле:

$$M = 1,25 Q \left( e_c - \frac{Q}{26 R_b \gamma_{b2}} \right) = 1,25 \cdot 238000 \left[ 25 - \frac{238000}{2 \cdot 30 \cdot 8,5(100) \cdot 0,9} \right] =$$

$$= 5950000 = 59,5 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Коэффициент  $A_0$  определим по формуле:

$$A_0 = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} b_c h_0^2} = \frac{5950000}{8,5 \cdot (100) \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 47^2} = 0,1$$

по найденному значению  $A_0$  находим:

$$\xi = 0,11; \eta = 0,945$$

Требуемая площадь сечения продольной арматуры:

$$A_s = \frac{M}{\eta h_0 R_s} = \frac{5950000}{0,945 \cdot 47 \cdot 365(100)} = 3,67 \text{ см}^2$$

Примем 2 Ф 16 А-III,  $A_s = 4,02 \text{ см}^2$ . Эту арматуру приваривают к закладным деталям консоли, на которые устанавливают и затем крепят на сварке ригель.

Назначаем поперечное армирование консоли: при  $h \leq 2,5a$  ( $50 = 2,5 \cdot 20$ ) - консоль армируют как плиты хомутами по всей высоте.

Хомуты принимаем двухветвенными из стали класса А-III диаметром 14 мм,  $A_{sw} = 1,54 \text{ см}^2$ . Шаг хомутов консоли назначаем из условий требования норм - не более 150 мм и не более  $\frac{1}{4} h = \frac{50}{4} = 12,5 \text{ см}$ ; принимаем шаг  $s = 10 \text{ см}$ .

Расчет потребности и стоимости сырья и готовой продукции.

Потребность в ресурсах определяется нормальным содержанием в технологической части выпускного квалификационного проекта.

Расчет потребности и стоимости сырья, материалов и готовой продукции делается по всей номенклатуре продукции проектируемого предприятия.

Стоимость сырья с учетом затрат на транспортировку устанавливается:

$$C_0 = C_a + C_t$$

где:  $C_a$  - цена на сырье и материалы;  
 $C_t$  - затраты на транспортировку.

Таблица 16

Наименование товарной продукции	Объем производства		Мел		Глина		Огарки				
	кв. объем	всего	требуемое кол-во	стоим-ть, сум	требуемое кол-во	стоим-ть, сум	требуемое кол-во	стоим-ть, сум			
				единица		единица		единица	единица		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
портландцемент	м	500 000	704030	15000	10560450000	224010	12000	2688120000	48760	8000	390080000

Также необходимо учитывать расход гипса (25000м/год), стоимость которого составляет -2875000000сум

Расчет потребности и стоимости топлива и электроэнергии

Таблица 17

Наименование продукции	Ед. изм.	Производ. программа на год	норма расхода на единицу	стоим-ть сум	общее кол-во в год	общая стоим-ть сум
Топливо на технологические цели (м <sup>3</sup> )						
портланд-цемент	т	500000	80	54,9	40000000	2196000000
Электроэнергия на технологические цели (кВт)						
портланд-цемент	т	500000	96	70,5	48000000	3384000000

Баланс рабочего времени

Таблица 18

N	Показатель	Ед. изм.	
		3	4
1	2	3	4
1	Календарный фонд времени	дней	365
2	Количество нерабочих дней в том числе: а) праздничные; б) выходные; в) доп. выходные;	—	23
		—	8
		—	—
3	Количество календарных рабочих дней	—	342
4	Неявка на работу, в том числе: а) огульные и доп. отпуска; б) отпуска по учебе; в) отпуска в связи с родами; г) болезни, неявки, разрешенные законом; д) исполнение госуд-х и общест-х обязанностей;	—	22,5
		—	18
		—	1
		—	1
		—	1,5
		—	1
5	Кол-во 2-х дней отдыха, учитываемых в период огульных и дополнительных отпусков	—	3
6	Число рабочих дней в году	—	316,5
7	Средняя продолжительность рабочего дня	час	8,2
8	Полезный фонд рабочего времени	—	2585,3

Расчет годового фонда заработной платы  
производственных рабочих и цехового персонала

Таблица 19

	Наименование профессий	1 кв. на	2 кв. на	3 кв. на	Всего	Годовой фонд заработной платы	Годовой фонд заработной платы с учетом повышения
<b>Производственные рабочие</b>							
1	машинист - оператор мельниц помола	1	1	1	3	7200 000	8640 000
2	помощники машинистов	1	1	1	3	6300 000	7560 000
3	машиниста дробилок	1	1	1	3	7200 000	8640 000
4	работые по обслуж. обеспл. устройств	1	1	1	3	6300 000	7560 000
5	Работые на аэрожелобах	1	1	1	3	6300 000	7560 000
6	машиниста компрессоров	1	1	1	3	7200 000	8640 000
7	Подсобные работые	1	1	1	3	6300 000	7560 000
8	Детурной слесари	1	1	1	3	6300 000	7560 000
9	Электромонтёр	1	1	1	3	6300 000	7560 000
10	Машинист унаковогной машини	1	1	1	3	7200 000	8640 000
11	работые склада для погрузки цемента	2	2	2	6	12600 000	15120 000
12	Лаборант	1	1	1	3	6300 000	7560 000
<b>Цеховой персонал</b>							
1	Нагальник	1	-	-	1	3600 000	4320 000
2	старший мастер	1	-	-	1	3000 000	3600 000
3	сменной мастер	1	1	1	3	7200 000	8640 000
4	Уборщица	1	1	1	3	4500 000	5400 000
Итого з/п							124560 000
Доп з/п = 6,5%							8102 250
Итого основная и доп. з/п.							132662 250
Отчисления на соц. страхование - 6,17%							8185 260
<b>Фонд з/п</b>							<b>140847 510</b>

Смета расходов, связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования.

Таблица 20

№	Наименование статей затрат	Сумма
1	Зарботная плата вспомогательным работам, занятых обслуживанием оборудования.	8 400 000
2	Вспомогательные материалы	6 120 000
3	Амортизация производственного оборудования и транспортных средств	8 020 000
4	текущий ремонт оборудования и транспортных средств	4 010 000
5	Возмещение износа малоценного и быстроизнашивающегося инвентаря	7 050
6	Прочие расходы	3 200 000
<b>Всего</b>		<b>29 820 500</b>

Расчет цеховых расходов

Таблица 21

№	Наименование статей расхода	Сумма
1	Зарботная плата цехового персонала	24 830 400
2	Содержание зданий и сооружений	10 555 050
3	Амортизация зданий и сооружений	8 020 450
4	Текущий ремонт зданий и сооружений	4 010 000
5	Расходы по охране труда и противопожарной технике	4 674 000
6	Прочие расходы	3 650 740
<b>Всего</b>		<b>48 551 370</b>

### Расчет общезаводских расходов

Эти расходы определяются в проекте в размере 45% от основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих:

$$116\,010\,897 \cdot 0,45 = 52\,204\,904$$

### Расчет потерь от брака

Размер затрат по потерям от брака принимается равным 2% от сметной стоимости материалов:

$$13\,638\,650\,000 \cdot 0,02 = 272\,773\,000$$

### Определение фабрично-заводской себестоимости

$$1\,83\,592\,370 + 52\,204\,904 + 272\,773\,000 = 508\,570\,274$$

### Расчет внепроизводственных расходов

$$508\,570\,274 \cdot 0,04 = 20\,342\,811$$

Расчет полной себестоимости продукции  
цементного завода производительностью  
500 000 т в год (калькуляционная единица: 1т)

Таблица 22

Наименование калькуляционных статей расхода	Ед. изм.	Затрата на годовую выпуск			Затрата на калькуляцион- ную единицу	
		кол-во	стоим-ть	сумма	кол-во	сумма
1	2	3	4	5	6	7
Сотретье матери-ла:						
а) мел	т	704030	15000	10560450000	1,40806	21120,9
б) глина	т	224010	12000	2688120000	0,44802	5376,24
в) огарки	т	48760	8000	390080000	0,09752	780,16
г) гипс	т	25000	115000	2875000000	0,05	5450
топливо на тех.цели	м <sup>3</sup>	40000000	54,9	2196000000	80	4392
электроэнергия	квт	48000000	70,5	3384000000	96	6768
фонд зараб. плато	сум			140847510		281,7
расход на содержа- ние и эксплуатацию	сум			29820500		60
Общезаводские расходы + ученовге	сум			235797277		472
потери от брака	сум			272773000		550
фабрич. заводская себестоимость	сум			508570274		1020
внепроизв. расхода	сум			20342811		41
Полная себестоим- мость	сум			23306000000		46612

По расчету для получения одной тонны цемента  
необходимо затратить 46612 сум.

Задача План:

1. Задача охраны труда в проекте по строительству.
2. Вопросы санитарии и гигиены труда.
3. Техника безопасности при строительных работах.
4. Профилактика пожара.

А.А.

## Задача охраны труда в проекте по строительству.

Охрана труда — это система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Отступление от нормального режима работы и нарушение требований техники безопасности могут привести к ухудшению здоровья работающих.

Задача охраны труда — свести к минимальной вероятности поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда. Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасностей и вредностей.

Систему организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов, называют техникой безопасности.

Улучшение условий труда, повышение его безопасности и безвредности имеют большое экономическое значение, это положительно влияет на экономические результаты производства — производительности труда, качество и себестоимость создаваемой продукции.

## Вопросы санитарии и гигиены труда

Условия труда на производстве характеризуются не только трудовым процессом, но и окружающей санитарно-гигиенической обстановкой.

Гигиена труда — это наука, изучающая факторы, влияющие на здоровье и трудоспособность человека в условиях производственного труда.

На основе результатов изучения производится разработка необходимых санитарно-гигиенических мероприятий, устраняющих или ослабляющих их вредное влияние.

Объектами изучения гигиены труда являются:

- технологические процессы с точки зрения санитарных норм и законолений;
- трудовой процесс, осуществляемый человеком при выполнении той или иной работы;
- влияние основного сырья и вспомогательных материалов на организм человека;
- общая обстановка труда.

В круг вопросов, охватываемых гигиеной труда, входит разработка гигиенического режима труда и правил личной гигиены для работающих на производстве, охрана труда, борьба с профессиональными заболеваниями.

Производственная санитария — совокупность практических мероприятий, основанных на научных положениях гигиены труда. К производственной санитарии относятся вопросы санитарного благоустройства территории промышленных предприятий, санитарно-технических устройств (вентиляция, отопление, освещение), санитарно-бытовых помещений, средств индивидуальной защиты.

## Техника безопасности при строительных работах.

Основные положения и документация, регламентирующие правила техники безопасности на предприятии, приводятся в соответствующем разделе технологического регламента.

Общее руководство работой по созданию здоровых и безопасных условий труда, выполнение требований и ответственность за соблюдение трудового законодательства, выполнение требований, системных стандартов безопасности труда, норм и правил техники безопасности, производственной санитарии в целом по предприятию возлагается на директора, главного инженера и их заместителей по соответствующим вопросам.

Начальник цеха отвечает за состояние техники безопасности в цехе, мастер обеспечивает выполнение правил охраны труда, инструктирует рабочих и обучает их безопасным методам работы, проводит первичный инструктаж, обеспечивает выполнение рабочими правил по охране труда, следит за исправностью механизмов и оградений. Каждые три месяца по программе первичного инструктажа проводится повторный инструктаж. Со всеми поступающими на работу рабочими, инженерно-техническими работниками и служащими проводит вводный инструктаж. Один раз в год проводится обучение безопасным методам работы на рабочем месте. Перед производством работ по наряду - допуску проводится текущий инструктаж. Внеплановый инструктаж может быть произведен на рабочем месте в объеме первичного инструктажа. Все виды

инструктажей должны регистрироваться в специальных журналах. Инженерно-технические работники должны проходить проверку знаний по охране труда.

Наглядник, механики и энергетики цехов и участков несут ответственность за содержание в исправном состоянии оборудования, установок и систем, находящихся в их ведении, за обеспечение нормальной эксплуатации оборудования и соблюдение правил охраны труда и техники безопасности.

Ответственность за безопасное содержание и эксплуатацию внутризаводского, железнодорожного, автомобильного и других видов транспорта в целом по предприятию возлагается на заместителя директора по транспорту, а внутрицехового транспорта на казначейника цеха.

Выполнение работ связанных с повышенной опасностью должно проводиться по специальному наряду-допуску. Необходимо ознакомить каждого непосредственного исполнителя с содержанием и объемом работ и проинструктировать их о мерах безопасности. Также необходимо проверить состояние техники безопасности на участках выполнения работ, осуществлять постоянный контроль за ходом выполнения работ и соблюдением работающими мер безопасности, указанных в наряде-допуске.

Неблагоприятные условия труда могут быть в основном обусловлены повышенной концентрацией пыли и влаги в помещении, недостаточной тепловой изоляцией обшивочных аппаратов, ненадежными ограждениями вращающихся частей механизма.

Большое внимание следует уделять обеспыливанию воздуха и отводящих газов пегей и сушиль-

ных установок с целью создания нормальных санитарно-гигиенических условий труда. В соответствии с санитарными нормами проектирования промышленных предприятий концентрация в воздухе помещений цементной и остальных видов пыли не должна превышать  $0,04 \text{ мг/м}^3$ . Содержание в воздухе окиси углерода не допускается более  $0,03 \text{ мг/м}^3$ , а сероводорода — не более  $0,02 \text{ мг/м}^3$ . В воздухе выбрасываемом в атмосферу, концентрация пыли не должна быть более  $0,06 \text{ г/м}^3$ .

Для создания нормальных условий труда все помещения цементных заводов должно обеспечиваться системами искусственной и естественной вентиляции. Этому в большой мере способствует герметизация тех мест, где происходит пылеобразование, а также отсос воздуха из бункеров, тележек, дробильно-помольных механизмов, элеваторов и т.п. В зависимости от мощности и величины различных механизмов и интенсивности пылеобразования рекомендуются следующие объемы отсосываемого воздуха:

- при отборе воздуха от щековых и молотковых дробилок —  $4000-6000 \text{ м}^3/\text{ч}$
- элеваторов —  $1200-2200 \text{ м}^3/\text{ч}$
- бункеров —  $500-1000 \text{ м}^3/\text{ч}$
- мест перегрузки материалов —  $500-3500 \text{ м}^3/\text{ч}$
- упаковочных машин —  $5000 \text{ м}^3/\text{ч}$

Очистка воздуха, отбираемого из цементных мельниц, производится с помощью рукавных или электрофильтров. В том и другом случае при значительной концентрации пыли в аспирируемом воздухе необходимо устанавливать перед ними циклоны. При этом важно не допускать просасывание

через  $1 \text{ м}^2$  ткани фильтров более  $60-70 \text{ м}^3$  воздуха в 12. Для очистки воздуха, отсасываемого из камер согревающих мельниц обычно устанавливаются циклоны и электрофильтр, соединенные последовательно.

Воздух из сепаратора мельниц и головок элеваторов для очистки пропускается через рукавный фильтр.

Отходящие газы цементных печей подвергаются очистке для предотвращения загрязнения воздушного бассейна и территории, окружающей завод. Для этого устанавливают электрофильтры.

Обслуживание дробилок, мельниц, печей, силосов, транспортирующих и погрузочно-разгрузочных механизмов должно осуществляться в соответствии с правилами безопасной работы у каждой установки.

Необходимо оградить движущиеся части всех механизмов и двигателей, а также электроустановки, приямки, люки, площадки и т.п.

Должны быть заземлены электродвигатели, а также розного вида электрическая аппаратура. Необходимо предусматривать соответствующие устройства и установки подземно-транспортных механизмов для безопасного ведения ремонтных работ.

Основное оборудование в производственных цехах в обязательном порядке оборудуют звуковой и световой сигнализацией, предупреждающей персонал о пуске оборудования, его остановке и возникновении аварийных ситуаций.

## Профилактика пожара.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров. Противопожарная защита - это мероприятия, направленные на уменьшение ущерба в случае возникновения пожара. Между двумя этими основными задачами пожарной безопасности не всегда можно провести четкую границу, как, например, в случае действий, направленных на ограничение сферы распространения огня при загорании.

Задачи пожарной профилактики можно разделить на три широких, но тесно связанных комплекса мероприятий:

1. Обучение, в том числе распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки индикаторов задымленности);
2. Пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
3. Обеспечение оборудования и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление запяток безопасного пользования).

Реализации систем пожарной безопасности во всех случаях предшествуют организационно-технические мероприятия, подразумевающие осуществление задач обеспечения пожарной безопасности на объекте и проведения подготовительных мероприятий организационного и технического характера.

Список используемой литературы.

1. И. А. Каримов „Высокая духовность – непобедимая сила“.
2. Доклад И. А. Каримова 14 февраля 2008 года на заседании Кабинета Министров, посвященный итогам социально-экономического развития страны в 2008 году и важнейшим приоритетам экономической программы на 2009 год.
3. А. В. Волженский „Минеральные вяжущие вещества“, Москва, 1986 г.
4. И. И. Холци „Справочник по производству цемента“, Москва, 1963 г.
5. Ю. М. Бутт „Технология цемента и других вяжущих материалов“, Москва, 1976 г.
6. Ю. М. Бутт „Производство цемента“, Москва, 1978 г.
7. В. С. Колокольников, Т. А. Огокина „Производство цемента“, Москва, 1974 г.
8. И. М. Борщ, В. А. Вознесенский „Процессы и аппараты в технологии строительных материалов“, Киев, 1981 г.
9. А. П. Мандриков „Примеры расчета железобетонных конструкций“, Москва, 1989 г.
10. Г. Г. Орлов „Инженерные решения по охране

- труда в строительстве", Москва, 1985 г.
11. П. А. Долин "Справочник по технике безопасности", Москва, 1988 г.
  12. КМК 2.01-05-98 "Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования", Ташкент, 1988 г.
  13. Уз РСТ 5382-91.
  14. Уз РСТ 31.01-96.
  15. Уз РСТ 31.02-96.
  16. КМК 3.01-02-00 "Техника безопасности"