

СОДЕРЖАНИЕ

Часть I. Введение.....	1
Часть II. Место строительства.....	2
Часть III. Фундамент.....	3
Часть IV. Воздухоопорная опалубка (оболочка)	16
Часть V. ППУ изоляция (ППУ пена).....	30
Часть VI. Установка стикеров крепления арматуры.....	33
Часть VII. Армирование.....	35
Часть VIII. Торкретирование.....	41
Часть IX. Пол.....	43
Часть X. Соединения.....	43
Часть XI. Инженерное моделирование.....	44
Часть XII. Безопасность.....	44
Методы армирования купола.....	
Детали фундамента.....	
Символы.....	
Воздушный шлюз.....	
Приложение.....	
Компоненты и рецептура смеси торкрет - бетона.....	
Необходимое оборудование.....	
Типы портландцемента.....	
Подбор состава смеси на месте.....	
Формулы для расчета сфер.....	
Содержание программ по обучению строительству монолитных куполов...	

Часть I

Введение

Веками купол строился человеком как убежище. Множество первобытных людей использовали снежные блоки, чтобы построить иглу (в виде купола) или тростник, связанный по центру, чтобы создать укрытие (тоже разновидность купола). Юрта или вигвам – это всё виды купола.

Большинство куполов были построены там, где крупные конструктивные объекты были невозможны. Сегодня вовсе несложно перекрыть одну, две или даже несколько сотен футов современными стальными балками или даже многослойными деревянными. Но в прошлом у архитекторов в применении были только небольшие блоки, чтобы сделать перекрытие. Эти блоки могли быть установлены в виде купола или арки, чтобы создать объемное строение.

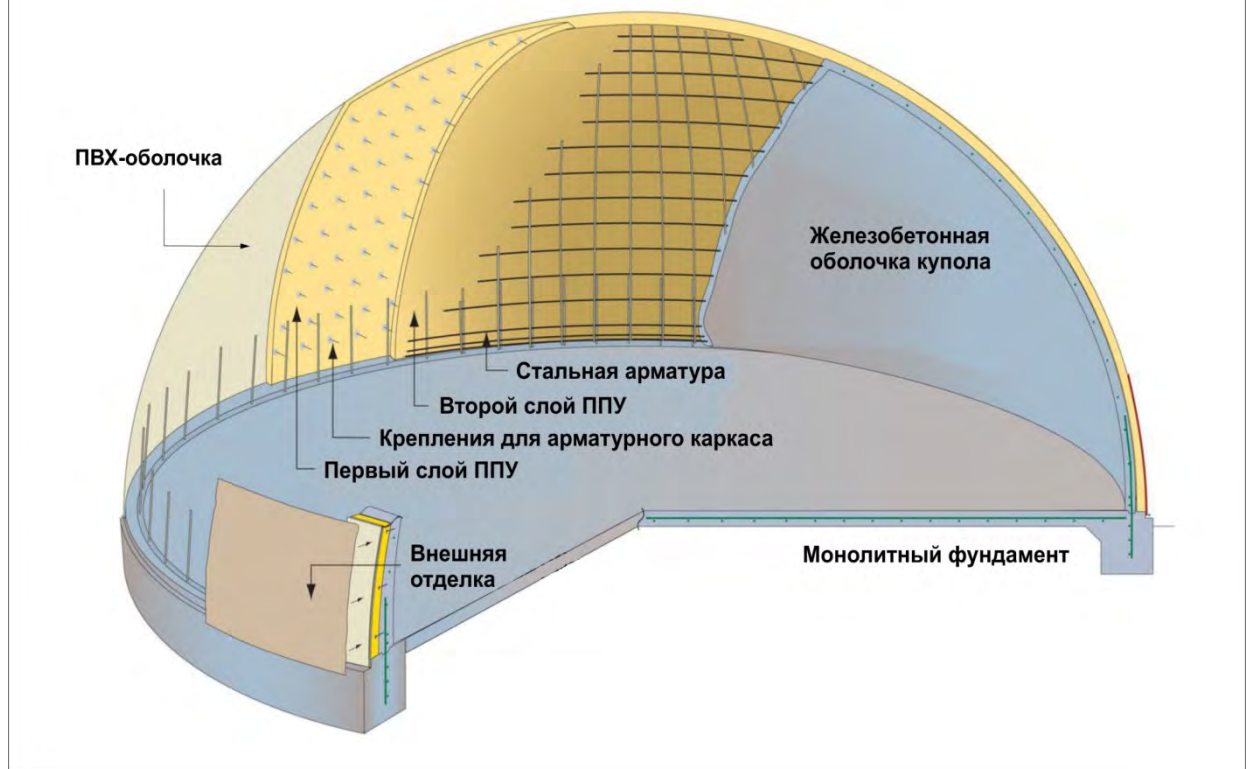
Большинство, доживших до наших дней конструкций Римской Империи и средневековья, самых разных размеров – это каменные купола. Они были созданы с учетом тех же особенностей, что и арка, лишь с той разницей, что в случае купола существует бесконечное число арок, перекинутых через одно и то же место. Камень укладывался на специальные подмости, что создавало бесконечное число арок, а затем подмости и временные сооружения, которые держали камень, удалялись.

Римский Пантеон – это хороший пример здания, построенного около 126 года нашей эры, с применением бетона вместо камня. Это первая, в основном «монолитная», бетонная конструкция. Всё ещё используемый в наши дни, Пантеон имеет диаметр 140 футов (42,7 м).

Около 1940 года Билл Нефф предложил свой метод строительства надувных конструкций. Он надувал купол и снаружи распылял на него бетон. Это до сих пор ещё используется некоторыми конструкторами. Ллойд Тёрнер был следующим серьезным последователем в строительстве надувных сооружений. Он надувал пластиковую мембрану и покрывал её полиуретановой пеной. Позднее он видоизменил своё изобретение. Он стал использовать бетон на самоподдерживающемся пенном куполе.

Первый монолитный купол **был** сооружён в 1976 году. Это был крупный прорыв. Пена, осуществлявшая поддержку купола, больше не использовалась. Бетон сам удерживал конструкцию. С применением этой технологии могли быть построены очень большие купола.

ПРИНЦИП КОНСТРУКЦИИ



До сих пор, монолитные купола используются для домов, школ, церквей, заводов, складов сыпучих материалов и холодных хранилищ.

Огромное преимущество энергетически эффективных монолитных куполов над традиционными конструкциями более явно выражено в странах третьего мира, где крупные балочные конструкции не всегда приемлемы.

Часть II.

Место строительства

Первое, что надо учесть при возведении монолитного купола – это его местоположение. Не следует начинать строительство, не проанализировав его место расположения. Обязательно должен быть подходящий дренаж конструкции, как во время строительства, так и после его завершения. Монолитный купол, в сущности, в большинстве случаев независим от несущего грунта. «Отпечаток» монолитного купола в целом очень лёгкий. Общая нагрузка веса купола на грунт не велика относительно объёма самого купола.

Чрезвычайная прочность, обеспечиваемая оболочкой купола, делает его устойчивым к различным проблемам грунтов местности и строительной площадки. Тем не менее, условия строительства должны быть известны заранее,

так как любые необходимые инженерные корректировки должны быть сделаны до начала реального строительства.

Если строительная площадка требует выравнивания, это следует сделать с помощью соответствующего уплотнения всего основания. Другим словами, если некоторые площадки будут выбраны, а другие отсыпаны, те, что будут выбраны должны быть дополнительно откопаны, и вся площадка должна быть отсыпана, чтобы обеспечить плотное основание под конструкцию. Если конструкция неравномерно осаждается, это почти не повредит конструкции, но нанесет ущерб деталям интерьера (полу, колоннам и всему, что внутри здания) в случае если купол возводится не на плите.

В некоторых случаях несущая способность грунта гораздо более значима для пола, чем для всей конструкции. Очевидно, что всё это должно быть выверено предварительно, и если осадка пола не проблема, то любые площадки могут быть использованы. Иначе потребуется устройство свайного основания.

Обычно же, свайное основание не требуется для монолитного купола. Более часто щебёночная отсыпка – это всё, что нужно для основания. Чем выше купол, который возводится на щебёночной отсыпке, тем больше трапецеидальная область и поэтому несущая способность грунта должна быть меньше. Устройство купола с несущей способностью грунта 1000 фунтов на квадратный фут (5000 кгс/м^2) является обычным делом. В особенных случаях купола устанавливали на грунты и с меньшей несущей способностью.

В дополнение к расчету несущей способности грунта необходимо учесть дренаж, доступность электро- и водоснабжения. Вода должна быть чистой. Во-первых, она используется для очистки оборудования. Во-вторых, для приготовления бетона.

Электричество должно быть абсолютным минимумом однофазной цепи с силой тока 25 ампер и напряжением 220 вольт. Примерно столько электричества требуется, чтобы запустить оборудование для распыления пены, устроить соответствующее освещение и обустроить подмости.

В виду того, что строительство ведётся довольно быстро, важно, чтобы электричество, вода и подъездные пути были на месте до того, как начнётся строительство.

В дополнение к этому, иногда очень полезно построить строительный офис на площадке, строительную мастерскую и склад.

Если существует потенциальная опасность посещения площадки «незваными гостями», её следует огородить. И ещё – надо рационально подходить к подбору вспомогательных мероприятий, которые будут включать освещение строительного двора, безопасность и т.д.

Часть III

Фундамент

Как только место строительства выбрано и определена несущая способность грунта, инженер должен спроектировать фундамент.

Это руководство по строительству не будет рассматривать проект фундамента. Обратим внимание на одно: вы как подрядчик должны учитывать ширину и длину фундамента и сравнить это с заранее установленными нормами предполагаемой конструкции. Очевидно, не стоит устраивать очень узкий фундамент, если грунты слабые. С другой стороны, не имеет смысла строить слишком широкий фундамент, если ваше здание будет на гранитной скале.

Фундамент должен быть построен в соответствии с инженерными спецификациям. Всегда следует учитывать следующие факторы:

Уплотнённость грунта.

Убедитесь, что грунт достаточно уплотнен под фундамент, и что обеспечен хороший рабочий контакт с грунтом. Вы строите конструкцию с длительным сроком службы. Поэтому важно позаботиться о защите арматурной стали достаточным бетонным покрытием. Если конструкция будет существовать всего несколько десятилетий, то коррозия арматурной стали не является большой проблемой.

Стальные стержни, которые поддерживают здание, изначально размещаются в фундаменте. Это несомненно обеспечивает хорошую защиту от возгорания, но арматурные стержни должны быть защищены.

Так как грунт может повредить бетону, следует обеспечить дополнительную защиту. Вероятно, лучшая защита состоит в том, чтобы использовать достаточное количество цемента в бетонной смеси. Если в грунтах высокое содержание сульфатов, следует использовать цемент, устойчивый к сульфатам и увеличивать жирность смеси. В дополнение к жирной смеси, должен быть использован больший слой покрытия над арматурой во всех направлениях.

Если возникнет ещё большее воздействие на бетон, следует применить кремниевые присадки, зольную пыль или асфальтовое покрытие.

Дверные проемы

Следует позаботиться об устройстве выступающих частей фундамента в местах , где планируются дверные проёмы. Арматурный каркас обрамляющий проём возможно потребует дополнительной ширины или высоты фундамента в области двери.





3126 • Babineaux Home by Don Sonnier - 40' Diameter - Sulphur, LA



Chipley, Florida - 50' x 18' and 20' x 10' and 30' x 13' domes - 2300 square feet - built 2006



Прикрепление надувной оболочки.

Всегда помните, что надувная оболочка должна быть закреплена на фундаменте определённым количеством крепёжных болтов. Там, где оболочка подходит к поверхности земли, неплохо будет добавить немного дренажной отсыпки.

Дренажная отсыпка

Дренажная отсыпка должна быть устроена таким образом, чтобы обеспечивать надлежащий дренаж купола. Очень хорошо, если бетон, удерживающий влагу из грунта, уже уложен, чтобы защитить фундамент. Защита от воды осуществляется:

1. Подъёмом всей конструкции на подушку из гравия.
2. Размещением глины по внешней стороне под уклоном, так, чтобы вода выдавливалась от фундамента.
3. Использованием гидроизоляционных плёнок и мастик

4. Тщательное асфальтирование основания до строительства конструкции. Последний способ весьма спорный и трудный, но, безусловно, это намного лучше, чем ничего.

Арматурная сталь

Арматурная сталь в фундаменте должна устанавливаться в соответствии с инженерными спецификациями. Арматурные стержни следует приподнять над основанием фундаментной канавы, используя маленькие бетонные блоки. Это лучше, чем стержни, забитые в грунт. Маленькие бетонные блоки заделываются в бетонный фундамент и обеспечивают защиту арматуры.



Если стальные стержни погружаются в землю, и арматура крепится к ним, коррозия может возникнуть от соприкосновения с грунтом и передаваться по стальным стержням вверх на фундамент. Поэтому оставлять стержни в грунте не следует.

Арматуру фундамента следует изолировать в соответствии с инженерными спецификациями, и изоляция должна быть расположена вокруг всего здания.

Вибратор

Устройство фундамента следует осуществлять с помощью вибратора. Погружной вибратор позволяет не только уложить бетон, но также полностью обеспечивает защиту арматурной стали. В конечном счете, именно арматура несёт вес всего здания.

Очевидно, что бетонный фундамент передает нагрузку на грунт, но сталь, работающая на растяжение в фундаменте, удерживает всю конструкцию. Использование вибратора обеспечивает удаление воздуха из бетона, минимизируя осадку бетонной смеси и повышает качество укладки.

Чем меньше осадка, тем прочнее бетонная смесь. Очевидно, неразумно пытаться полностью устранить осадку бетона в фундаменте. Рекомендуется, чтобы бетон имел осадку конуса (характеристика пластичности) от трех до шести дюймов (7,6-15,2см), коэффициент П2-П3. Также крайне важно, чтобы смесь имела несущую способность не менее 3000 фунтов на квадратный дюйм (210 кгс/см²). Поэтому величина осадки должна быть учтена поставщиками бетона в соответствующем проектировании смеси.

Соединительная арматура

Купол будет установлен на фундамент и будет стремиться соскользнуть с фундамента (расшириться), поэтому важно, чтобы соединительная арматура выводилась из фундамента, который будет использоваться под оболочку. Эта соединительная арматура рассчитывается инженером с учетом размера и размещения, как предписано проектом. Очевидно, стержни должны быть изогнуты во время установки надувной оболочки и распыления пены, а затем выпрямлены для соединения с арматурой бетонной оболочки. Арматура должна быть установлена с большой тщательностью, поэтому стержни должны быть четко размещены. Соединительная арматура должна быть на правильном расстоянии от оболочки, иначе вместо попадания в бетон, она пройдет в пену, что не позволит достигнуть желаемого эффекта.



После того, как соединительная арматура размещена, делаются пазы на верхней части фундамента, как показано на инженерных чертежах. Эти пазы могут быть сделаны различными способами, такими как:

1. Использование бруска размером «два по четыре» дюйма, чтобы образовать паз. Излишки выдавленного бетона удаляются.
2. Образование пазов, используя маленькие короткие деревянные блоки вокруг всего купола. Этот метод очень точный, но не всегда нужный.
3. Самый простой способ – это надеть резиновые перчатки или взять маленькую лопатку и просто выкопать область по размеру паза из бетона, когда он начинает схватываться. Выкапывая этот паз, мы оставляем неровную поверхность, которая будет очень кстати, поскольку мы хотим обеспечить механическую связь между оболочкой и фундаментом.



Выравнивание

Фундамент должен быть выровнен. Нет необходимости штукатурить его, и, вероятно, не очень хорошая идея выравнивать место опирания купола, поскольку трение обеспечивает механическую связь, столь необходимую в данном месте. Эта деталь, на которую приходится воздействия как извне, так и изнутри, должна быть выполнена надлежащим образом.

Пример

Следующее описание – это простой пример устройства хорошего мелкого фундамента:

1. Размер всей строительной площадки должен быть больше, по крайней мере, на 5 футов (152 см), чем внешний периметр.
2. Установите центральный стержень, чтобы прикрепить к нему рулетку. Стержень должен быть достаточно жестким, чтобы противостоять натяжению рулетки без изгиба, причем вершина стержня должна выступать на один фут над землёй.

3. Прикрепите ленту к центру стержня и обрисуйте круг радиусом будущего здания. Тонкая линия белого цемента или известняка – хороший маркер для этого кольца.
4. Выкопайте канавку 3 фута (91 см) шириной с центром над отметкой. Глубина канавки должна быть predetermined глубиной фундамента. Выкопайте грунт из канавки и разравняйте ее дно. (Заметьте, что это пример, и размеры могут отличаться в зависимости от конструктивного расчета).





5. Забейте стержни на расстоянии 2 фута (61 см) между осями по низу фундамента по всей окружности выработки грунта. Постоянно измеряйте радиус круга для точного размещения стержней относительно центра. Стержни должны быть размещены так, чтобы внутренняя сторона стержня была точкой начала измерения. Стержни могут быть как металлическими, так и деревянными, но обязательно

- жёсткими. Вершины должны выступать, по крайней мере, на один фут (31 см) над дном канавы (не забудьте о толщине материала опалубки).
6. Установите отметку уровня центральной области фундамента и убедитесь, что все вершины стержней находятся на установленных отметках по высоте фундамента.
 7. Нарежьте полосы 3/8 дюйма (10 мм) (Сайдинг Мазонит тоже подходит) шириной 12 дюймов (30,5 см) и установите по всей длине периметра окружности.
 8. Прикрепите фанерные полосы к стержням изнутри саморезами или гвоздями. Верх фанеры должен соответствовать верхней части фундамента.





Reno, Nevada - Townsend Dome Home Construction - 43' x 18' Home - 35' x 15' Garage - Forming slab and ring beam



Reno, Nevada - Townsend Dome Home Construction - 43' x 18' Home - 35' x 15' Garage - Plumbing and electrical ready

Арматурные стержни

Определенное число и размеры стальных арматурных стержней должны быть размещены в области фундамента. Забейте временные стержни размером ½ дюйма (12 мм) (так как они временные, в дальнейшем они будут не нужны) в область фундамента примерно на 3 дюйма (7,6 см) с внутренней стороны фанерной формы. ?Установите эти временные стержни на расстоянии примерно 8 футов (243 см) между центральными осями?. Стержень, работающий на растяжение, прикрепите к этим стержням проволокой на расстояниях, соответствующих инженерным спецификациям.

Установите связующие элементы, как это требуется. Убедитесь в установке под арматуру бетонных подкладочных кубиков, устраняющих контакты арматуры с грунтом. ЗАМЕЧАНИЕ: Не забудьте о дополнительной арматуре, которая должна быть установлена под дверями.





Укладка бетона

1. Бетон укладывается внутрь фанерной односторонней формы. Должна быть использована тугоподвижная смесь, осадка конуса – 2-6 дюймов (5-15 см П2-П3), провибрированный или обработанный штыкованием бетон вокруг стальных стержней, работающих на растяжение. Фундамент приобретает форму по мере того, как он заполняется и выравнивается до верха на уровне 12 дюймов (30 см). Внутренний край может сужаться к внутренней форме. Верх фундамента следует оставить неровным (без выравнивания).



2. Пока бетон не схватился, его небольшое количество можно убрать или сделать пазы для соединительных элементов.

Размещение соединительной арматуры

Пока бетон не схватился, следует разместить вертикальные стержни. Заранее нарежьте и изогните стержни соединительной арматуры и отметьте те места, где предусмотрены дополнительные детали. Арматурные стержни следует размещать, как предписано инженерными спецификациями.





После того, как бетон уложен, фанерные формы следует удалить из бетона.

Соединения

Чтобы удалось установить надувную оболочку, должны быть сделаны стальные выпуски. Эти стержни следует загнуть под углом так, чтобы концы выходили только на 2 фута (61 см) из фундамента.

Маркировка центральной точки

До того, как надувная оболочка будет установлена, надо достаточно точно определить её центр, чтобы его можно было легко найти на любом этапе строительства. Это можно сделать, глубоко забив стержень; так, чтобы его вершина была над плоскостью фундамента и не могла быть случайно выбита каким-либо строительным оборудованием.

Похожие стержни должны быть забиты прямо внутри фундамента по центру всех дверных проемов и других необходимых ориентиров. Отметка привязки должна быть установлена во внутренней области оболочки, чтобы использовать её для проектирования оконных и дверных проемов и других отметок.

Объединённый фундамент и пол(купол на плите).

Часто в небольших зданиях, и особенно, при неблагоприятных грунтовых условиях, пол может быть уложен вместе с фундаментом. Это простейший метод, который с легкостью может быть осуществлен компетентными рабочими.

Часть IV.

Воздухоопорная опалубка (оболочка)

Надувная оболочка – это высокотехнологичная конструкция из ПВХ-ткани. Большое внимание должно быть уделено принципам растяжения надувной оболочки, так же как и другим характеристикам. В результате этого принципа надувное здание получается совершенной формы. Однако в надувном здании невозможно точно предсказать размер конструкции. Отсюда важно учесть, чтобы были сделаны допуски для немного большей или меньшей конструкции.

Мы пытаемся изготавливать нашим потребителям самые совершенные оболочки. Однако, оболочки делаются людьми и изготавливаются в процессе сваривания маленьких кусочков в одно целое. Некоторые оболочки весят несколько тонн. Эти оболочки из ткани и других материалов обычно изготавливаются для специальных целей. Несмотря на большие усилия при изготовлении, могут возникнуть проблемы при доставке, погрузке и разгрузке. Более того, повреждения могут возникнуть при скручивании, растягивании и, непосредственно, использовании ткани. Повреждение на строительной площадке самое распространённое, так как во время установки можно прорезать или разорвать ткань.

ЗАМЕЧАНИЕ: Это руководство не является гарантией. Оно содержит рекомендации по способам ремонта и погрузки оболочки.

Погрузо-разгрузочные работы

Небольшие оболочки обычно перевозятся на поддонах. По требованию заказчика они могут доставляться в крейтах – за дополнительную стоимость, чтобы окупить затраты. Доставка в крейтах обеспечивает лучшую защиту от механических повреждений, но, к сожалению, не спасет от вилочного погрузчика, который может проткнуть упаковку вместе с оболочкой. К оболочке надо относиться как можно более аккуратно. Погрузить оболочку – то же самое, что

погрузить слона. Вы имеете дело с огромным весом и невозможностью как-то его закрепить. Если вы сделаете надёжное крепление – это может повредить оболочку. Поэтому мы обвяжем оболочку сетью. Такой способ погрузки позволяет поднимать оболочку сверху. Также погрузка может осуществляться пропуском вилок через сеть, прикреплением сети к вилкам или крану. Небольшие оболочки обычно оставляют на поддонах и погружают вилочным погрузчиком более традиционным методом.

Большие оболочки так трудно погрузить без повреждений, что рекомендуется ставить их на открытый грузовик и не перемещать с прицепа до конца транспортировки. Их лучше разгрузить краном соответствующей грузоподъемности с подходящей длиной крановой балки крепления погрузочных строп.

Многие факторы должны учитываться при надувании оболочки. Если это делается в очень жаркую погоду, ткань будет растягиваться больше, чем в холодную погоду.

Из-за стоимости, чрезмерной осторожности и дороговизны оболочки, надо быть очень аккуратными, чтобы её не повредить. Наиболее вероятно повредить оболочку во время транспортировки или её укладке перед надуванием. Вот некоторые вопросы, которые следует учитывать:

Погрузка оболочки

Оболочку следует перевозить без использования острых предметов. Операторы вилочных погрузчиков должны быть предупреждены об опасности проткнуть оболочку вилками. Будет очень досадно, если оболочку проткнут во многих местах.

Такие острые предметы как плоскогубцы не должны использоваться в работе с оболочкой, хотя это и удобно для рабочих - подцепить оболочку парой щипцов. Это не лучшая практика и слабое место в работе. Конечно, катастрофы не будет, но, тем не менее, идея не самая лучшая.

Установка оболочки

Обычно оболочка свёрнута с воздушным шлюзом и воздуховодом по центру. Поэтому оболочку надо разместить на месте строительства. Затем её можно развернуть по направлению к центру и расправить. Обратите внимание: очень важно, чтобы различные точки вокруг фундамента были отмечены и размещены так, чтобы соответствовать подобным точкам на оболочке. Обычно

делят окружность оболочки на несколько клиньев, отмечают эти точки и раскладывают оболочку на фундамент, ориентируясь на эти точки. Очень важно тщательно расположить оболочку по фундаменту, иначе она будет деформироваться во время надувания. Оболочка герметична, и это сводит вздутие к минимуму. Так как оболочка растягивается, она несколько меньше до надувания, чем после. Если бы мы сделали их гораздо меньше, чем фундамент, вы бы не смогли натянуть её на фундамент. Поэтому мы изготавливаем её немного больше по размеру, чем фундамент. Ваш отклик по вопросам установки и размерам будет очень ценным. Это позволит нам улучшить наши образцы будущих оболочек.

На больших оболочках очень неплохо нагнетать воздух снизу, из-под оболочки. Это делается при помощи вентиляторов для зерносушилок, расположенных под краями оболочки. Когда оболочка надуется, вентиляторы понадобится переместить. Другой способ – это прикрепить матерчатые шланги к обычным нагнетательным насосам и включить их под оболочкой. Нагнетаемый воздух под оболочкой, лежащей на земле, будет устранять силу трения с землей и позволит оболочке надуваться гораздо быстрее.

Всегда проверяйте площадку, на которой будет размещаться оболочка на отсутствие острых выступов и предметов, способных повредить её. Наша рекомендация – укрывать тканью все, что остается под оболочкой, чтобы защитить ее от повреждений.

Не надо разворачивать оболочку на влажной земле и над острыми предметами. Если в конструкции размещены арматурные стержни до того, как надута оболочка, все острые концы должны быть спрятаны под соответствующим материалом и заклеены лентой. Если пол влажный и грязный, или содержит какой-нибудь липкий материал, который изнутри может прилипнуть к оболочке, весь пол следует укрыть пластиком. **Тонкая пленка или пластик спасут вас от неприятностей, когда оболочка будет надуваться. Эта пленка и пластик также служат для того, чтобы удерживать воду в земле (в бетоне плиты) и не позволять ей конденсироваться на внутренней поверхности надуваемой оболочки.**

Поскольку вода является самым большим врагом полиуретановой пены, влажность грунта почти всегда определяет покрытие пола. Если есть намерение покрывать пол, в любом случае это надо делать до раскладки оболочки, чтобы она

оставалась чистой. Так как полиуретановая пена должна прилипать к оболочке, вдвойне важно, чтобы она оставалась чистой и сухой .

Даже бетонный пол следует покрыть для контроля конденсации, не говоря уже о чистоте. Не обольщайтесь тем, что грунт сухой. В нем все равно содержится влага. Непременно постарайтесь его укрыть.

Расстиланье оболочки

Оболочку следует разворачивать и расстилать аккуратно. Большинство материалов оболочек имеют наружную и внутреннюю стороны. Наружная сторона будет гладкой. Внутренняя сторона будет необработанной. Более плотная сторона будет снаружи. Это обеспечит нитям ткани защиту от солнца.

Оболочка, у которой снизу есть воздух будет скользить и раскрываться гораздо проще, чем без воздуха. Поэтому имеет смысл начать надувать оболочку, направляя воздух снизу. Это создаёт воздушную опору и значительно упрощает раскрытие оболочки.

Крайне важно, чтобы оболочка раскладывалась равномерно вокруг фундамента. Это можно сделать только в результате тщательного измерения фундамента и разметки на части, которые должны соответствовать частям, отмеченным на оболочке. Никогда не натягивайте ее подобно старому носку. Если оболочка распределена неравномерно, это может вызвать большие деформации не там, где надо, и, тем самым, разорвать её.

Правила крепления оболочки к фундаменту

1. Сосчитайте количество клиньев вокруг оболочки, отметьте их на швах маркером. Начните с нуля.
2. Когда у вас есть точное количество клиньев, точно измерьте длину окружности фундамента. (То же самое сделайте с EcoShell). Разделите периметр на число клиньев и затем отметьте маркером на фундаменте, где каждый клин будет находиться. На больших куполах это можно сделать с расчетом на каждый третий клин или даже по главным клиньям, в зависимости от размера купола.
3. Оболочка должна быть уложена над фундаментом. Вся площадь фундамента должна быть укрыта до установки стальных связующих

стержней. Это должно позволить любую корректировку центрирования оболочки на фундаменте в случае необходимости.

4. Прикрепите оболочку с одной стороны, а потом с противоположной, затем прикрепите точки, соответствующие четвертям круга, и продолжайте так по всему кругу. Если вы начнёте в одном месте и просто пойдёте вдоль круга, вы будете допускать ошибки. Шнур в нижней части оболочки заделан на 3 дюйма (7,6 см). Соединительные стальные элементы размещаются над шнуром и закреплены стяжными болтами. Размещение креплений под болты должно быть на расстоянии от 6 до 24 дюймов (15-61 см) между центрами в зависимости от давления и используемых болтов.
5. Воздушный шлюз прикрепляется к соответствующему отверстию на оболочке.

Если по какой-либо причине ваша оболочка слабо прикреплена к фундаменту, важно подтянуть провис к центру воздушного шлюза и загнуть складку там или в центре основного проема, подобно двойной двери.

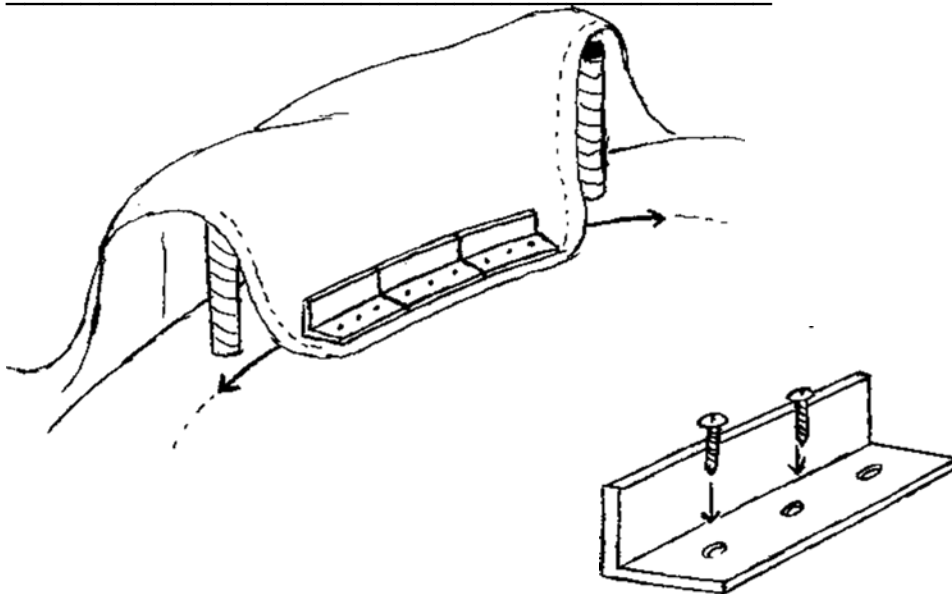
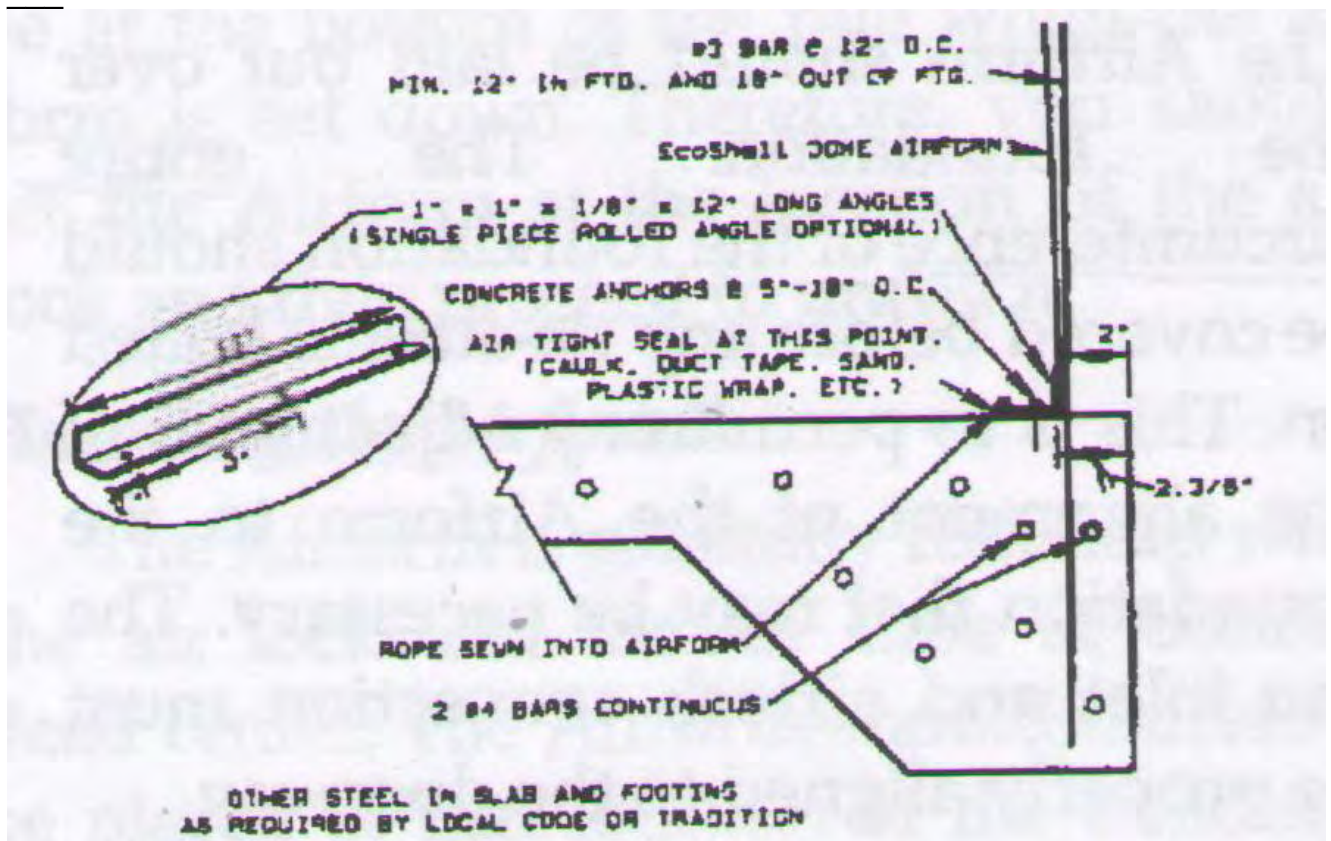


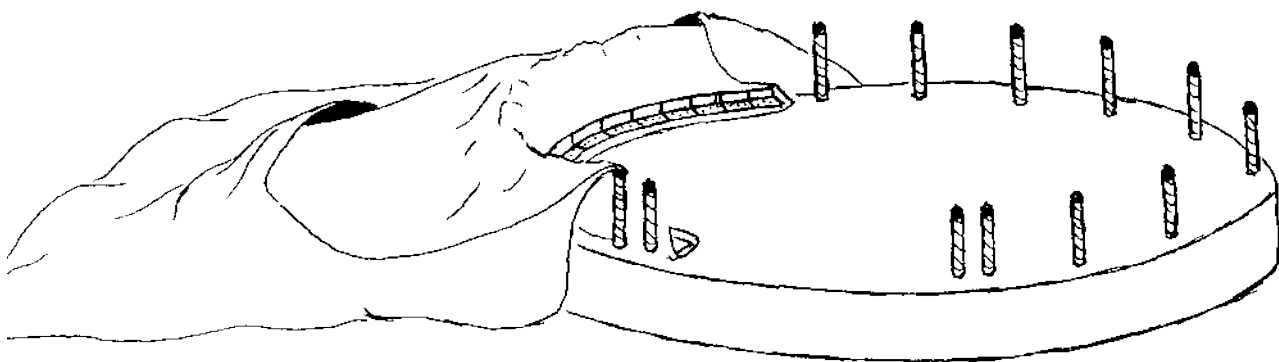


Нам следует знать, насколько совершенно подходит наша конструкция. Мы постоянно работаем над этой технологией, и нам необходима помощь в совершенствовании инженерных и производственных подходов.

Закрепление оболочки EcoShell

Оболочка EcoShell будет устраиваться также как оболочка монолитного купола. Однако ее следует прикреплять к полу, как показано на рисунке.





Выше показано, как правильно прикреплять EcoShell оболочку.

Оболочка располагается внутри периметра фундамента, и её края должны отстоять от края фундамента на 3 дюйма (7,7 см). Вся площадь фундамента должна быть закрыта до того, как будут установлены какие-либо стягивающие болты. Это позволит проводить корректировки выравнивания оболочки относительно фундамента. Впускное отверстие вентилятора или воздушного шлюза должны быть тщательно центрированы относительно дверного проёма. Оболочка должна быть везде равномерно разложена.

Трос в нижней части оболочки должна быть закреплена на 3 дюйма (7,7 см). Соединительные элементы устанавливаются над веревкой и закрепляются болтами. Длина соединительного элемента под болтом составляет около 24 дюймов (61 см) по центру оси. Эта процедура должна осуществляться по всей площади фундамента.

Затем к соответствующему отверстию на оболочке присоединяется воздушный шлюз.

Подготовка к надуванию

После того, как вы удостоверились, что оболочка тщательно расправлена, лишнюю ткань можно заправить (отогнуть). Любое оборудование и инструменты, которые нельзя пронести через воздушный шлюз должны быть размещены заранее под оболочкой внутри.

Затем перед надуванием оболочка натягивается над всеми приборами и прикрепляется болтами к фундаменту. Если оболочка будет оставаться БЕЗ воздуха (не надутой) некоторое время, надо обеспечить защиту от повреждений ветром. Нет необходимости говорить, но я напомним, что всё оборудование внутри оболочки должно быть проверено, и все острые предметы укрыты. Покрытие надо надёжно закрепить на месте.

Оболочка (AIRFORM) – это торговая марка Компании Monolithic Construction.

Нагнетание воздуха в оболочку

Когда оболочка на месте, прикреплена болтами, тщательно проверена, её можно надувать.

ЗАМЕЧАНИЕ: Измерение давления воздуха здесь осуществляется в дюймах водяного столба и имеет аббревиатуру WC (water column) . Это величина разницы воздушного давления, необходимая для того, чтобы поднять воду в столбе.

Нагнетание воздуха НЕ следует делать во время сильного ветра. Воздушная форма наиболее уязвима, когда она частично надута. Надо выбирать время, когда ветер имеет наименьшую скорость – менее, чем 10-15 миль в час (17-24км/ч). Менее 5 миль в час (8 км/ч) – самое лучшее. Если оболочка надувается во время слабого ветра, особенно важно, чтобы все выступающие части на оборудовании были укрыты.

Нагнетание воздуха занимает в маленьких зданиях не более 30 минут. Во время нагнетания воздуха важно продолжать контроль. Процедура нагнетания воздуха должна осуществляться по следующим правилам:

1. Нагнетающие вентиляторы включаются, и оболочка, надувается. Давление воздуха надо регулировать. Простейший способ оценить давление – это открыть двери в воздушный шлюз. Когда оболочка только начинает приобретать жёсткость, давление внутри будет минимальным (около 1- 0.2 дюйма (2,54 – 0,2 см)).
2. Затем оболочка должна быть проверена на слабые места, дыры и т.д. Крепление оболочки тоже должно быть проверено полностью.
3. На этом этапе, следует осуществить проверку давления манометром.



4. Манометр – прозрачная изогнутая трубка, укреплённая на шкале, один из концов которой через отверстие помещён внутрь оболочки. Трубка заполняется водой до уровня «0». Давление внутри оболочки будет поднимать воду в трубке вверх. Высота подъёма воды и есть показание настоящего давления воздуха в дюймах воды.
5. Затем давление воздуха постепенно увеличивается, пока не достигнет величины 2 дюйма водяного столба (3,7 мм ртутного столба). Пока это делается надо устранить все проблемы с оболочкой и её креплением.
6. EcoShell обычно возводится при 6 дюймах давления.

7. Если возможно, дайте оболочке постоять по крайней мере 12 часов до продолжения строительства. Это позволит ей как следует расправиться.

Регулирование воздушного давления

Регулирование воздушного давления – это очень важная часть строительства купола. Работа руководителя работ требует знаний следующего:

1. Чтобы надуть оболочку до необходимой формы нужно очень невысокое давление. Когда будет напыляться пена, надо будет открыть дверь воздушного шлюза, чтобы свежий воздух циркулировал в здании. Если это сделать, давление понизится, а это может привести к деформации формы здания. Если есть вентилятор, то можно прорезать небольшое вентиляционное отверстие для осуществления поступления воздуха. В стадии сушки бетона доступ воздуха закройте.

2. Так как давление увеличивается на незащищенную оболочку, возможность повреждения тоже увеличивается. Обычно маленькие воздушные оболочки выдерживают более высокое давление (до нескольких дюймов водяного столба).

3. Чем жестче оболочка (более высокое давление), тем меньше шанс деформации формы купола во время напыления пены и бетона.

4. Величина используемого давления должна быть чем-то средним: между достаточно высоким, чтобы удерживать жесткую форму оболочки, и достаточно низким, чтобы оболочка не провисла. Давление в 5 фунтов на квадратный фут пола ($24,4 \text{ кгс/м}^2$) это приблизительно один дюйм водяного столба (2 мм ртутного столба). Фундамент должен быть достаточно прочным, чтобы выдержать этот вес. Это ещё одна причина того, что в маленьких конструкциях фундамент и пол объединены в одно целое.

5. Можно повышать давление в куполе по мере того, как увеличивается вес оболочки. Это поддержит такое же поверхностное напряжение и в случае увеличения веса от добавления арматурной стали и бетона. Этот метод создает, по крайней мере, две проблемы и поэтому нежелателен.

- Если слишком превысить давление после того, как нанесен слой бетона, оболочка может растянуться и разрушить бетон.
- Высокое давление на оболочку в дверных проёмах, где нет пены и бетона, может вызвать деформацию или повреждение оболочки в этих местах.
- Увеличение давления воздуха может дополнительно растянуть оболочку. Стержни арматуры будут препятствовать этому. Поэтому стикеры крепления арматуры могут быть выдернуты из пены.

6. Рекомендуется регулировать давление воздуха, поднимая его до определенного уровня и оставляя на этом уровне во время всего процесса строительства. Это давление должно быть минимум 2 дюйма водяного столба (3,7 мм ртутного столба) и максимум 4 дюйма (7,4 мм рт.ст.) для безопасной работы.

7. Замечание: EcoShell оболочка обычно надувается давлением до 8 или более дюймов водяного столба (14.8 мм рт.ст.). Пожалуйста, проверьте конструктивные инструкции для специальных расчетов.

8. После надувания оболочки часто следует измерить, достигла ли оболочка точного профиля. Следующие две страницы созданы Monolithic Constructions. Это инструкции о том, как точно измерить надувную сферу. По возможности, следует измерять оболочки и отправлять информацию обратно в компанию. Это поможет в создании базы данных, которую применяют в предварительном определении размеров и формы надувных оболочек.

Очистка оболочки

Время от времени оболочку надо чистить. Это необходимо потому, что может накапливаться грязь в результате погрузки, строительства или не очень чистой окружающей среды. Грязь можно смывать мягким мылом с водой. Мы рекомендуем посудные моющие средства. Это мягкие моющие средства, которые не влияют на фактуру ткани оболочки. Не используйте мытье под высоким давлением, так как это может повредить ткань и сократить время службы оболочки.

Если на оболочке есть краска, её нужно удалить, как можно быстрее. Сначала попробуйте сделать это на небольшой площади. Если это краска на водной основе, можно смыть её моющим средством с водой. Может использоваться пластиковая щетка. Если краска старая и сильно въелась в ткань, понадобится химические составы промышленного потребления. Минеральные спирты – одна из альтернатив. Ацетон (жидкость для снятия маникюрного лака) и метил этил кетон (сильнодействующий растворитель краски) тоже могут быть использованы. Они должны применяться с большой осторожностью, как для человека, осуществляющего ремонт, так и для поверхности оболочки. Эти сильные растворители могут повредить поверхность оболочки, а также нанести вред работнику. Сначала рекомендуют обработать маленькую площадь оболочки, а затем приступить к большей. Когда краска удалена, оболочку следует вымыть с мылом и водой и удалить все остатки растворителя.

Полностью мыть купол нет необходимости, но иногда это очень неплохо сделать. Самый подходящий метод – это привязаться к центральному анкеру и

работать с верёвкой, подобно альпинистам. Рабочим надо обуться в обувь с мягкой подошвой, например, в теннисные тапочки. Затем рабочие начинают мыть купол, как большую машину. Сначала намыливают оболочку, а потом её смывают. Если на вашей оболочке нет анкера – установите его. Очень важно соблюдать правила безопасности: нельзя работать в одиночку, а также надо использовать надёжный и безопасный инвентарь и верёвки высотников. Также на некоторых куполах эффективно используют лестницы, длинные мётлы и щётки. Замечание: безопасность – это ключевой момент. Проконсультируйтесь с профессионалами, когда будете работать с инвентарем альпинистов.

Ремонт оболочки

Ремонт делится на три вида. Первый – это чисто косметический. Второй – текущий, но не конструктивный. Третий – это конструктивный ремонт. Мы попробуем описать каждый из них. Ремонт мелких повреждений можно сделать, просто наклеив заплатку. Если ремонт можно сделать изнутри оболочки – это предпочтительнее, так как менее заметно, чем снаружи. Если обратная сторона не доступна, осторожно делается заплатка небольшого размера. Обычно материал заплатки превышает пределы ремонтируемой области не более, чем на 2 дюйма (5,08 см).

Если вы ремонтируете круглое отверстие, то заплатка больше на 2 дюйма (5,08 см) с каждой стороны. Мы рекомендуем использовать H66 - виниловый цемент для приклеивания заплат. Некоторые заказчики используют суперклеи. Есть различные типы суперклея. Мы предлагаем до использования на нашем продукте протестировать клей на пробной заплатке. Второй способ прикрепления заплат – это сварка нагревом. Это может сделать любой работник, обладающий специальным оборудованием и знаниями. Требуется электрическая струйная воздушная сушилка, которая послужит источником тепла. Этими приспособлениями часто владеют кровельные компании, также как и мы. Ремонт осуществляется в процессе плавления обоих материалов и их совместной прокаткой покрытым силиконом катком.

Конструктивный ремонт имеет место, когда повреждены большие площади во время неправильной разгрузки или в результате надувания оболочки во время сильного ветра. Если эти разрывы небольшие, тогда это не будет проблемой. Но повреждение может быть такое сильное, что разорвет оболочку на три части. Сильный ветер резко поднимает оболочку. Если оболочка попадает под порыв такого ветра, она разрывается по трём линиям с вершины до основания.

Для наиболее качественного устранения нарушений основных пропорций следует отправить оболочку на завод. Но в этом нет необходимости, если условия строительства позволяют осуществить ремонт на месте.

Вполне удовлетворительный ремонт можно сделать прямо на строительстве, даже, если это объёмные разрывы. Это обычно делается сшиванием разорванного материала встык и использованием полосы шириной 4 x 8 дюймов (10,2 x 20,3 см) для перекрытия шва. Шов будет меньше виден, если его сделать изнутри, но качество ремонта от этого не зависит. Полосу можно приклеить, приварить или соединить заклепками. Каждый способ имеет свои преимущества. Сварка горячим воздухом - самый простой и удобный способ для крупных разрывов. Второй очень эффективный способ – использовать виниловый клей. Если используется виниловый клей, мы предлагаем вставить ряд заклёпок для большей надёжности.

4-дюймовая (10,16 см) полоска хороша для куполов, диаметром 100 футов (30,5 м). 6-дюймовая (18,2 см) полоска будет использоваться для ещё больших куполов. 8-дюймовая (20,3 см) полоска будет использоваться при сложных полевых условиях и там, где определены высокие пределы надёжности при ремонте. Заклепки удваивают надёжность. Их следует использовать вместе с клеем, если это не испортит внешний вид конструкции. Жидкий виниловый клей можно приобрести для мелкого ремонта.

Отверстия (проёмы)

Монолитный купол без отверстий (проёмов) не будет практичным, если только это не ёмкость для воды. И даже для ёмкости с водой нам понадобятся люки и выводы труб. Предлагаются следующие методы и работы, которые были испытаны при изготовлении проёмов.

Рамные проёмы

В небольших купольных конструкциях можно сделать раму прямо в оболочке. Её можно закрепить на месте напылением полиуретана. Затем следует установить арматуру и нанести слой бетона вокруг рамы, чтобы крепко её закрепить.

Рама может быть из дерева, стали или алюминия. Она должна быть достаточно лёгкой, чтобы не деформировать оболочку. Раму можно установить прямо с земли, однако надо предусмотреть, как не помешать напылению.

Рамы проёмов, которые находятся высоко на куполе, устанавливаются на месте и сразу закрепляются полиуретановой пеной.

Маленькие отверстия

Такие небольшие отверстия как для вывода труб могут прорезаться прямо через пену и бетон, или могут быть устроены патрубки в пене или бетоне во время строительства.

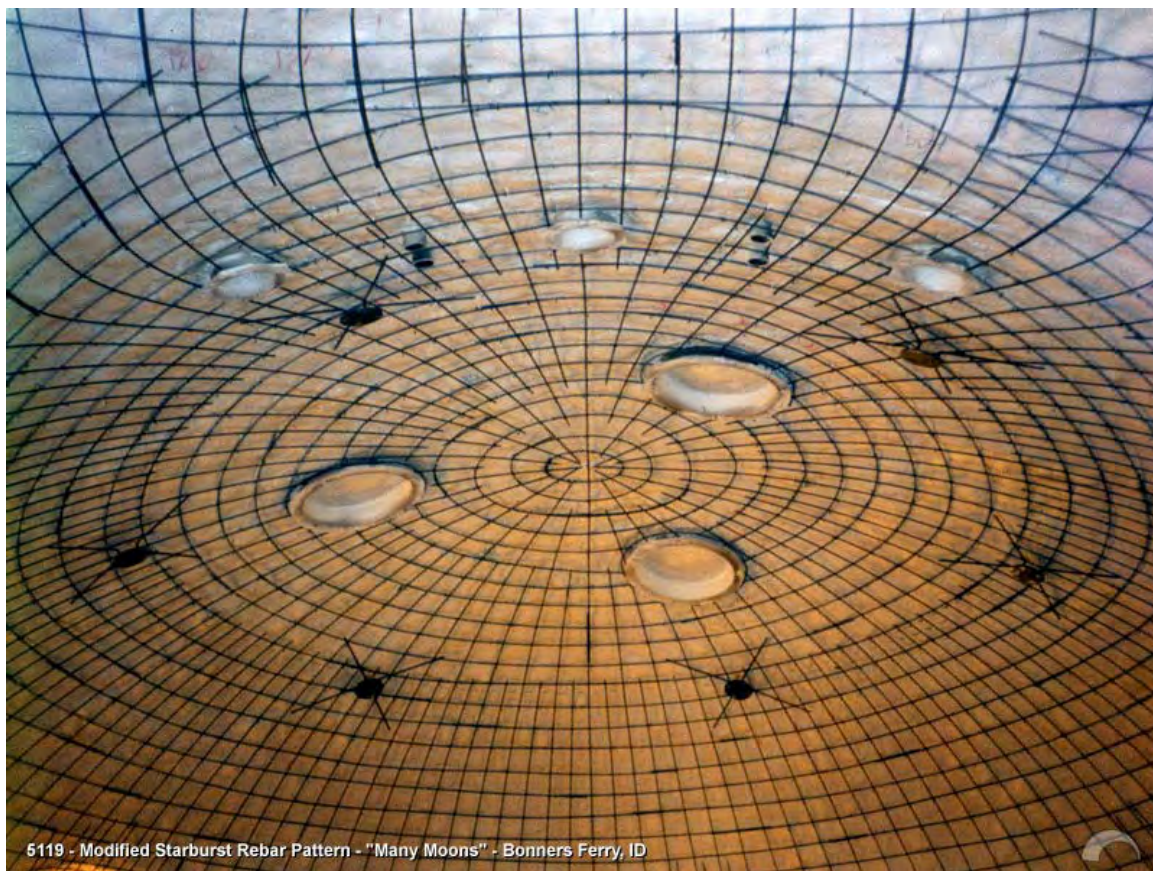
Укреплённые балкой проёмы

Чрезвычайно важно, чтобы проёмы были укреплены балкой, если они находятся в зоне напряжения купола. Это имеет место в нижней трети купола, и особенно значимо для устройства дверей, которые находятся прямо на фундаменте.

«Балка» устраивается при помощи дополнительной усиленной арматуры под дверью, вдоль двери, сверху на двери, и более толстым слоем бетона в этих областях. В результате купол «не видит» данного отверстия вообще. Напряжение передаётся вокруг проёма через балку без изменения его величины в этой области.



В верхней части монолитного купола проёмы не требуют значительной обработки. Конечно, они должны быть проконтролированы инженером, но в большинстве случаев достаточно уложить немного арматурных стержней вокруг, и этого достаточно.



Если устраиваются крупные проёмы на вершине купола, где существуют большие нагрузки, то наносится более толстый слой бетона вокруг проёма и устраивается дополнительное усиленное армирование. И снова инженер должен проконсультироваться по поводу точного количества арматуры и толщины бетона. Это создаёт компрессионное кольцо, которое будет противостоять потере устойчивости в этой области.

Если отверстия должны быть совсем маленькими, их лучше просверлить после укладки бетона, тем самым обеспечивая более точное расположение.

Где бы ни сверлились отверстия, это место, где возможны протечки. Нужно хорошо продумать вопрос гидроизоляции этих отверстий. Если сомневаетесь, свяжитесь с подрядчиками по однослойным кровельным работам. Оболочка - это не что иное, как сверхпрочная кровельная мембрана. У кровельщиков есть уплотнители и гидроизоляция, которые хорошо работают на оболочках. (Замечание: всегда используйте полиуретановые уплотнители).

Если правильно установить усиленную арматуру, нет ничего сложного в том, чтобы устроить большие проёмы в монолитном куполе. Нет ничего необычного в том, чтобы этих проёмов было большое количество. Во всех случаях проведите инженерную проверку всех этих условий.

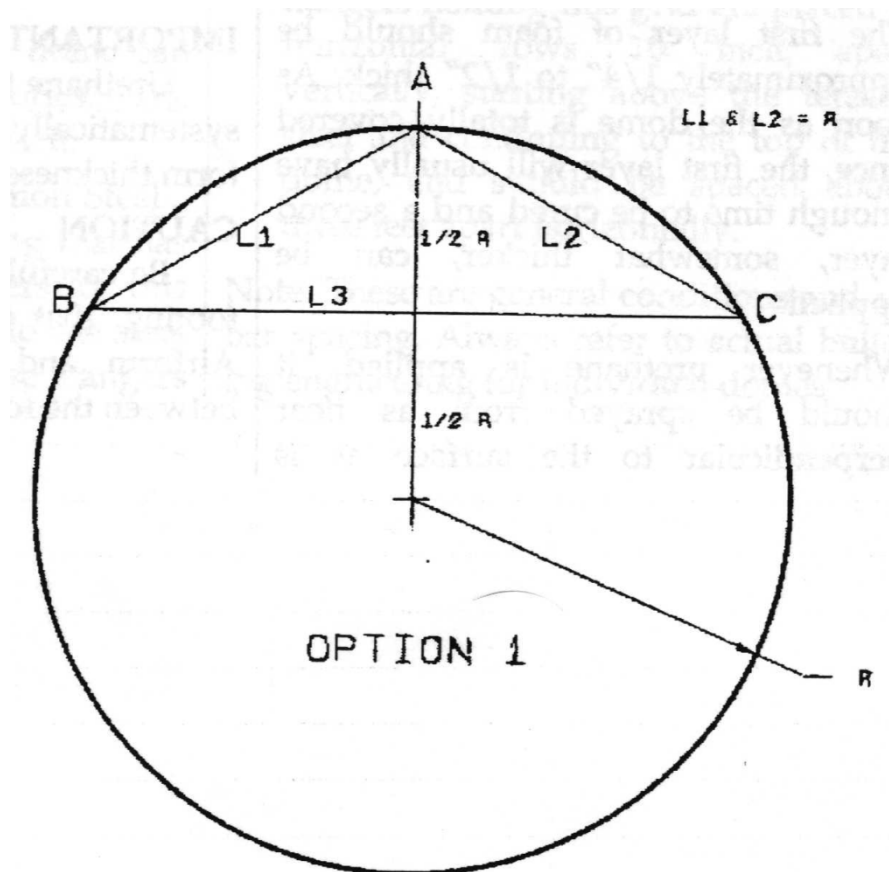


Sullivan's Island, South Carolina - Baker Home

Как измерять оболочки

Используя три измерения до любой точки на оболочке, эта точка может быть точно рассчитана. Важно, чтобы точки измерения были идентифицированы и были на умеренном расстоянии друг от друга. Прилагаемый план – это предлагаемая схема. Используйте его, чтобы установить основные линейные точки.

1. Установите точку А на любом месте, где оболочка прикреплена к основанию. Отметьте её маркером.
2. Затем определите точки В и С. Неважно на каком расстоянии они будут. Мы предлагаем, чтобы они были от точки А на расстоянии не менее радиуса здания. Они могут быть и дальше, но не намного ближе. В и С также на пересечении плоскости фундамента и оболочки. Допускается, что они в плоскости фундамента или, по крайней мере, в одной плоскости.
3. Серия точек (D1, D2 т.д.) следует отметить на нижней стороне оболочки перемещаясь почти вертикально из точки А к центру вершины купола. Я предлагаю на маленьких куполах расстояние между центрами – 5 футов (152,4 см) и 10 футов (305 см) – на больших. 10 футов (305 см) может быть приблизительной величиной.
4. Измерить расстояние до каждой из этих вертикальных точек D1, D2, D3 и т.д. от А, В и С, перемещаясь к центру купола.
Это измерение купольного профиля по одной вертикальной линии. Предлагается измерить профиль в каждом секторе. Это значит, установить новые точки А, В, С и D для каждого из четырех наборов измерений. Для маленьких куполов точки В и С могут находиться посередине и все вертикальные линии измеряются одним набором точек А, В и С.



План (вид сверху)

Профильные измерения оболочки

Дата _____

Название объекта _____

Погодные условия _____

Кто проводил измерения _____

Точка А (описание расположения, пример) центр двери , северная сторона
Точка В – справа от точки А , если стоять лицом к центру
Точка С - слева от точки А , если стоять лицом к центру
От точки В до С – контрольное расстояние
От центра до точки А – контрольное расстояние
От центра до точки В - контрольное расстояние
От центра до точки С - контрольное расстояние

Точки	Расстояние A-D	Расстояние B-D	Расстояние C-D
D1			
D2			
D3			
D4			
D5			
D6			
D7			
D8			
D9			
D10			
D11			

Часть V

ППУ – изоляция (ППУ пена)

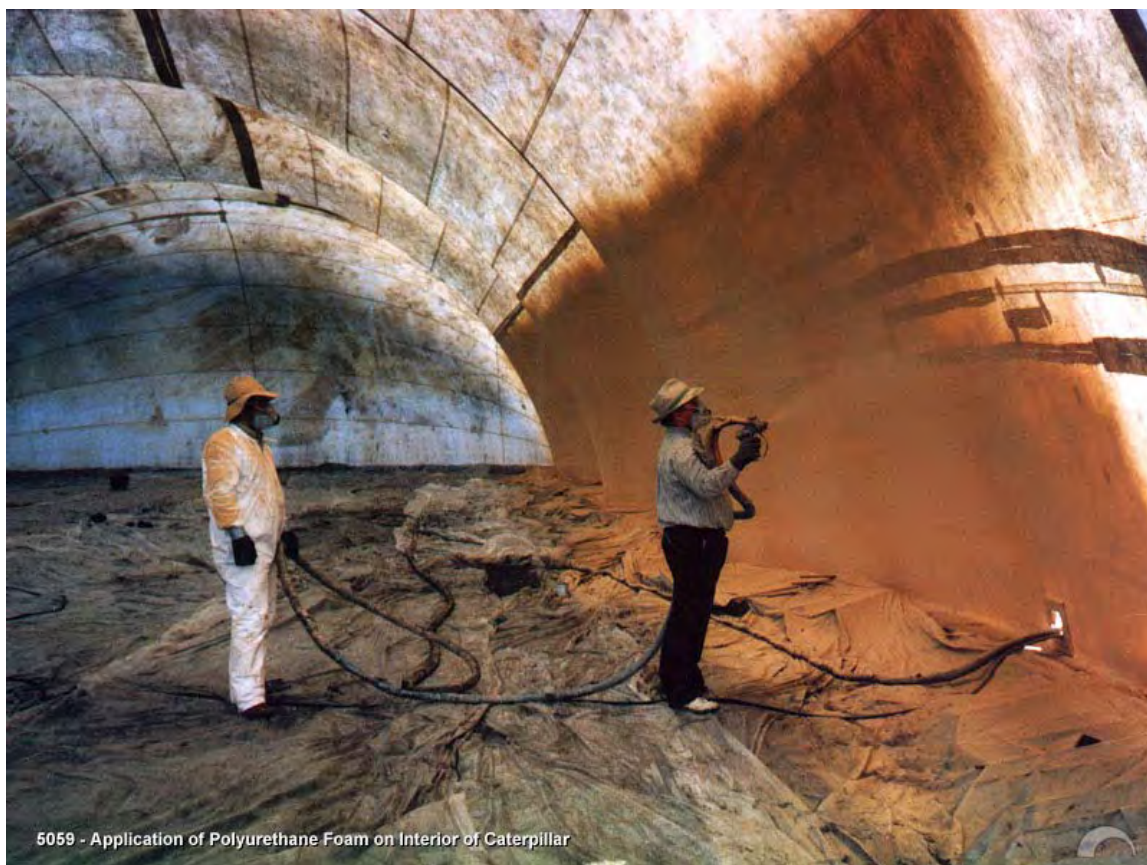
Чтобы обеспечить хорошую связь между фундаментом и бетоном купола (нанесённым позже), фундамент нужно закрыть плёнкой от попадания на него ППУ. Плёнку следует уложить на изогнутую арматуру и фундамент. Внешний край плёнки будет находиться от оболочки на расстоянии толщины изоляции. Плёнка защитит арматуру, выходящую из фундамента от попадания на нее ППУ.



1. Применяйте полиуретан в соответствии со спецификациями производителя.
ВАЖНО!
2. Когда пена вулканизируется, она стремится сжиматься. Чем толще слой пены, тем большее натяжение она будет испытывать по мере вулканизации. Если пену нанести на оболочку толстым слоем, она будет деформироваться сжимающейся пеной.
3. **Первый слой пены должен быть примерно от ¼ до ½ дюйма (0,63 см – 1,3 см) толщиной. Как только купол полностью покрыт пеной в первый раз, первый слой выдерживается некоторое время, чтобы приобрести**

достаточную прочность, а второй слой, уже более толстый, наносится сверху.

4. Когда применяется полиуретан, он наносится с близкого расстояния и перпендикулярно к поверхности насколько это возможно. После того, как нанесен второй слой, толщина слоёв может быть увеличена до приблизительно 1 дюйма (2,54 см). Слои нужно нанести примерно толщиной 6 дюймов (15,24 см), начиная с фундамента и до самой вершины купола. **Каждый слой нужно укладывать полностью на всю поверхность до того, как укладывать следующий.** Нанесение последующих слоёв будет перекрывать стыки предшествующих, чтобы избежать неравномерной толщины пены из-за кумулятивных стыков. Толщина пены должна тщательно проверяться острым предметом (гвоздем или шилом). Слои наносятся до достижения проектной толщины. Рекомендуется зондирование минимальной толщины.



5059 - Application of Polyurethane Foam on Interior of Caterpillar

ВАЖНО.

Полиуретановая пена должна наноситься очень методично и обеспечить равномерную толщину покрытия.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Будьте внимательны, напыляя пену в месте стыка оболочки и фундамента. Пена не должна образовывать наплыв в сторону центра купола.

Часть VI

Установка стикеров крепления арматуры

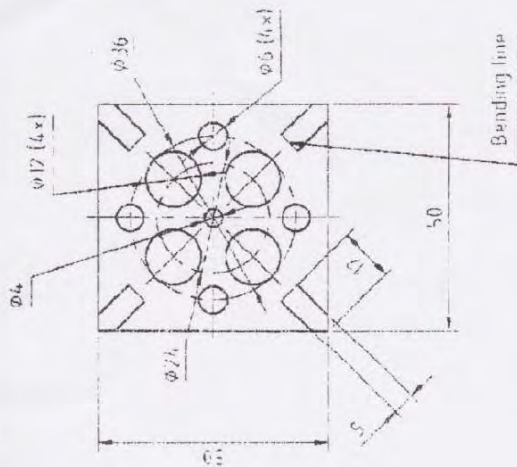
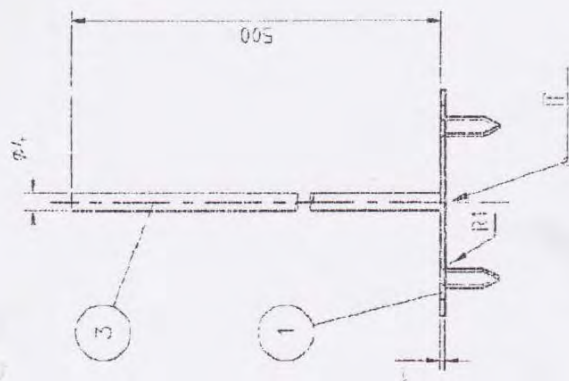
Когда устанавливать

Стикер арматуры могут быть установлены после второго слоя пены, но перед последним слоем пены толщиной в 1 дюйм (2,54 см). Если они не будут покрыты достаточным слоем пены, то не смогут надежно держать арматуру.

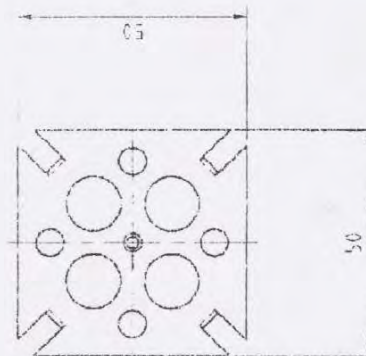
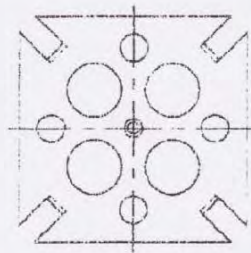


Надо следовать правилу - размещать стикеры примерно в центре пенного слоя. Это означает, что на куполе с пеной 3 дюйма (7,6 см) толщиной, они будут на 1-1,5 дюйма (2,54-3,8 см) от оболочки.

Чертёж стикера:



DETAIL pos.1



VARIANT A

VARIANT B

[illegible]



ЗАМЕЧАНИЕ:

После того, как стикеры размещены, особенно важно нанести оставшуюся пену под прямым углом, чтобы предотвратить накопление излишков пены на стикерах.

Арматурный каркас

Усиливающая арматура на куполе может подразделяться на четыре категории. Расположение стикеров различно для каждой.

1. Арматура, соединяющая фундамент и здание.
Это арматура, которая была изогнута. Стикеры для этой арматуры должны размещаться так, чтобы держать её, когда она будет отогнута. Эти стикеры должны быть в рядах на 10 дюймов (25,4 см) над фундаментом и далее, через каждые 10 дюймов (25,4 см) к вершине купола.
2. Арматура, работающая на растяжение – это непрерывные ряды вокруг фундамента купола. Они прикрепляются к вертикальной арматуре за пределами фундамента и не требуют стикеров крепления.
3. Бетон должен быть усилен арматурой вокруг каждой двери, окна или другого проёма. Здесь нужны особые стикеры, чтобы удерживать арматуру на месте. Эти стикеры должны быть точно установлены. Стержни иногда используются, чтобы создать контур проёмов.
4. От вершины растянутой арматуры размещаются 3 /8 (10 мм) дюймовые стержни на 10 дюймовой (25,4 см) решётке. Стикеры, удерживающие эту решётку, размещаются горизонтальными рядами через 10 дюймов (25,4 см) друг от друга по вертикали. Последний ряд горизонтальной арматуры, расположенный в вершине купола должен иметь диаметр около 3 футов (91 см).
5. ЗАМЕЧАНИЕ: Это общие условия и размещение стержней. Всегда обращайтесь к действующим инженерным стандартам по строительству индивидуальных куполов.

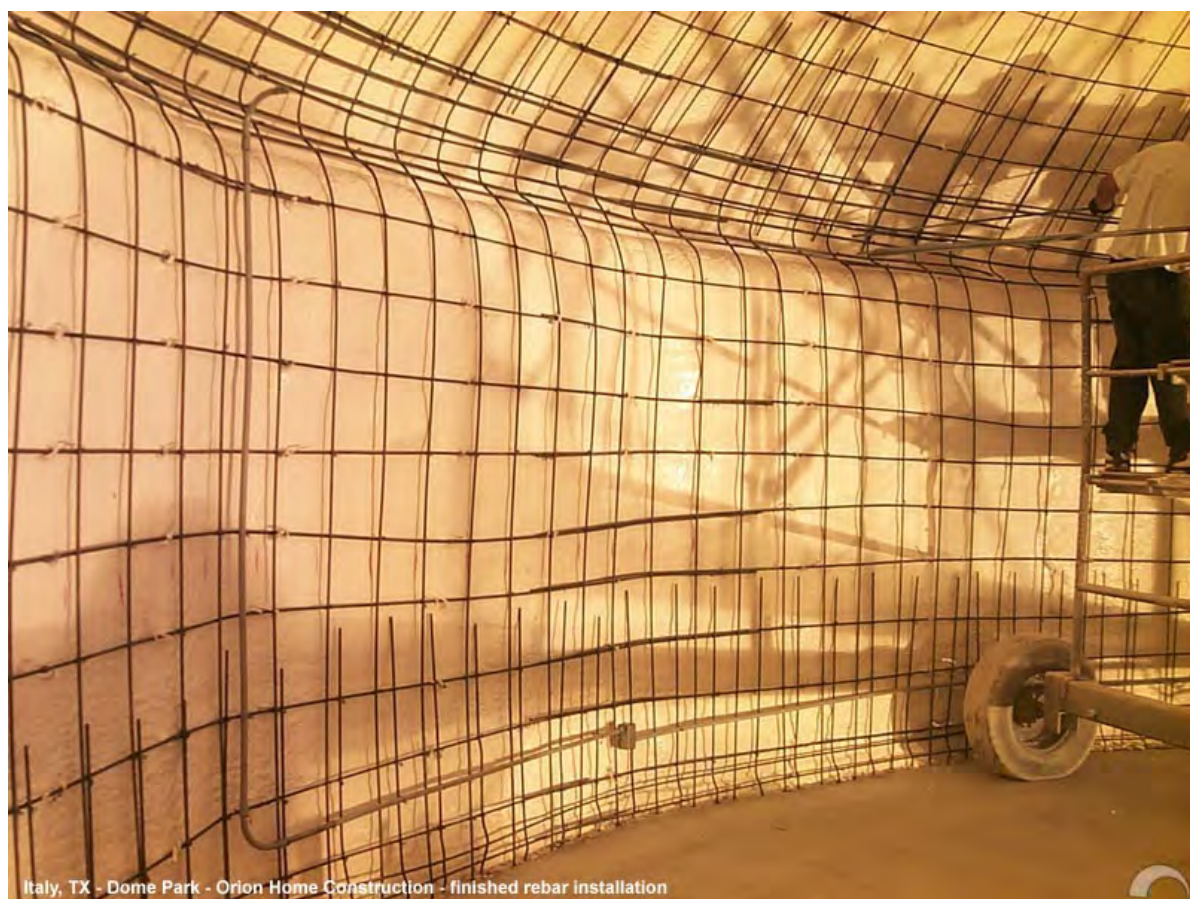
Часть VII

Армирование

Размещение стержней очень лёгкое и простое дело, если следовать инструкциям. Всегда продумывайте это.

Установка горизонтальных стержней.

Сначала установите горизонтальную арматуру. Затем отогните стержни, соединяющие фундамент и купол. Это можно сделать вручную куском трубы или ломом. Растягивающее напряжение будет снято, поэтому стержни не будут воспринимать нагрузку от купола. Их следует соединить с нижним рядом горизонтальной арматуры.

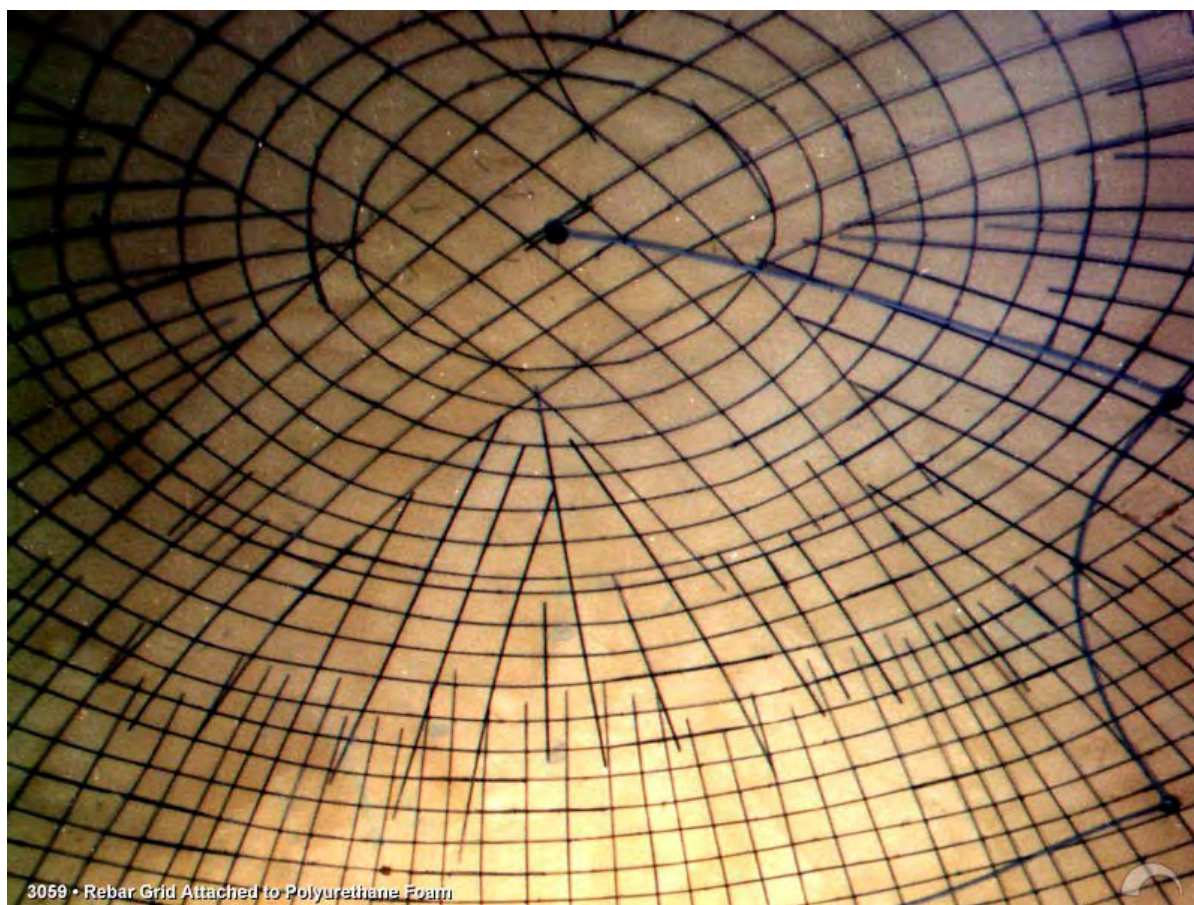




Italy, TX - Dome Park - Orion Home Construction - rebar around doors



3104 • Hanging Rebar off of a Pipe Scaffold



Дополнительная арматура, работающая на растяжение

Арматура, работающая на растяжение (горизонтальная арматура), должна быть установлена перпендикулярно вертикальной арматуре. С внешней стороны вертикальной арматуры т.е. между изоляцией ППУ и вертикальной арматурой точно на соответствующее место.

Арматура диаметром 3/8 дюймов (10 мм).

Разместите арматуру диаметром 3/8 дюйма (10 мм) по всему куполу:

1. Закрепите горизонтальные стержни непрерывно рядами вокруг всего купола на стикеры, расположенные на 10 дюймах (25,4 см) друг от друга. Эти ряды доходят до вершины купола.
2. Прикрепите вертикальные стержни к горизонтальным. Придерживайтесь расстояния не более 10 дюймов (25,4 см) друг от друга. Все время обеспечивайте соответствующее расстояние нахлёста стержней арматуры при соединении.

Соединение арматуры

Соедините усиливающую арматуру вокруг дверных проёмов и окон (количество этой арматуры определяется инженером).

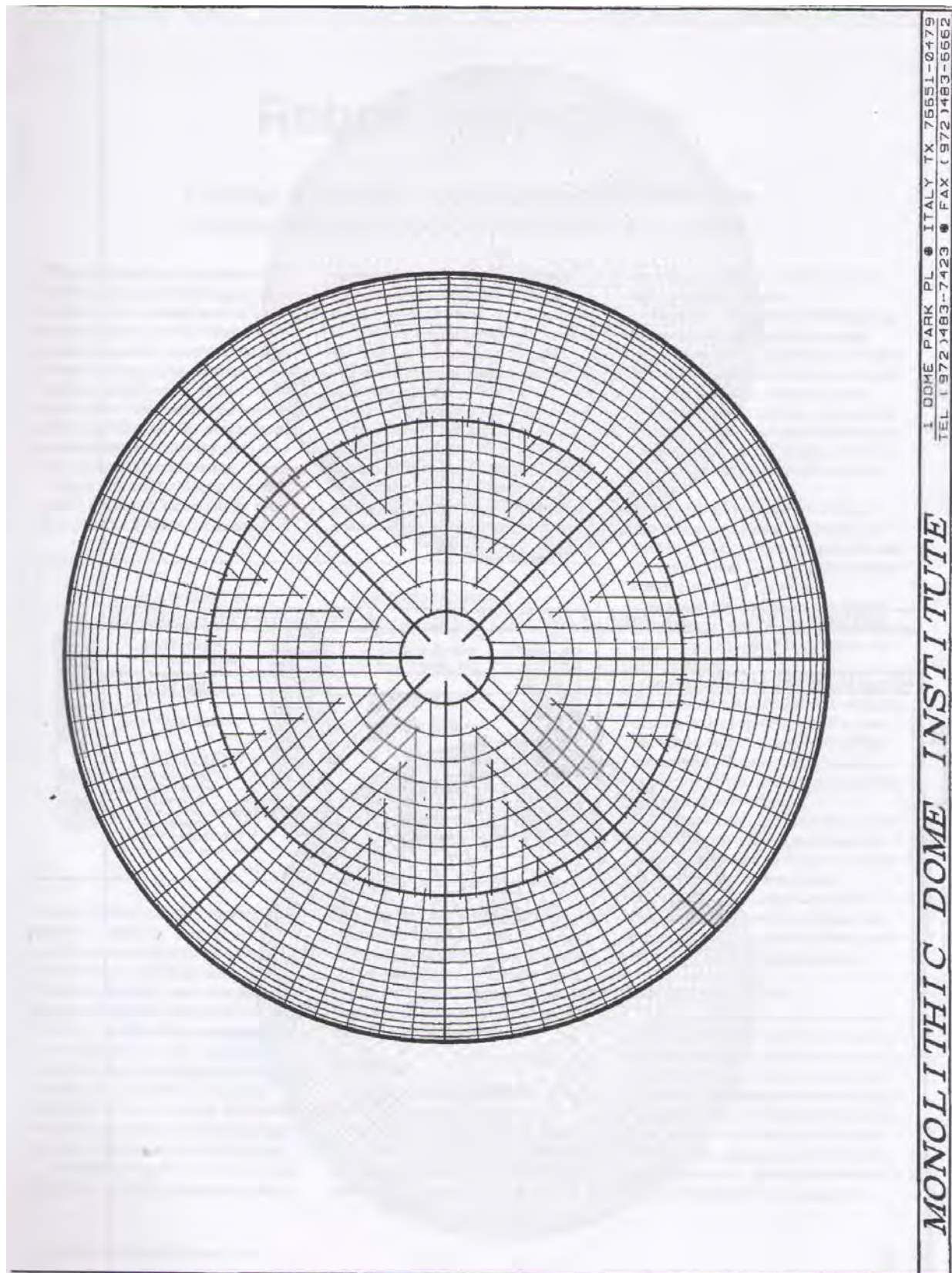
Особая усиливающая арматура может быть установлена для дополнительного укрепления поверхности или стикеров. (Эта арматура должна быть специфицирована инженером для особого использования).

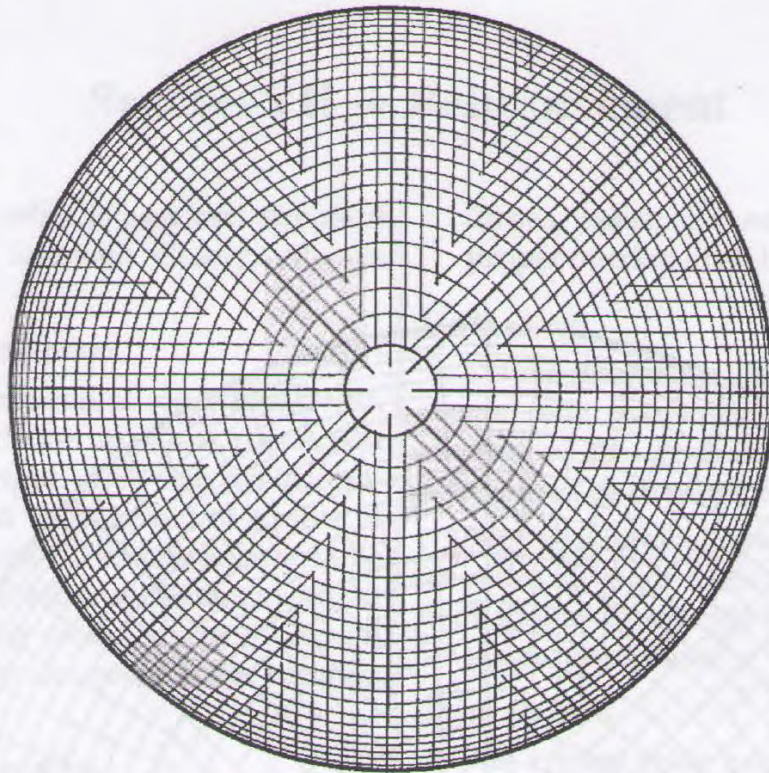
Образцы установки арматуры

Вертикальная арматура может быть размещена следующим образом:

1. Модифицированное расположение в виде лучей. Вероятно, это самая простая и лёгкая в установке система. Не следует превышать расстояние между стержнями в 10 дюймов (25,4 см).
2. Радиальное расположение. Тоже простой способ, но требует большее количество арматуры. Стержней становится меньше по мере того, как расстояние между ними уменьшается. Между стержнями расстояние максимум 10 дюймов (25,4 см).
3. Расположение в виде лучей. В этом случае используется наименьшее количество стержней. Но в этом случае арматуру приходится чаще резать.

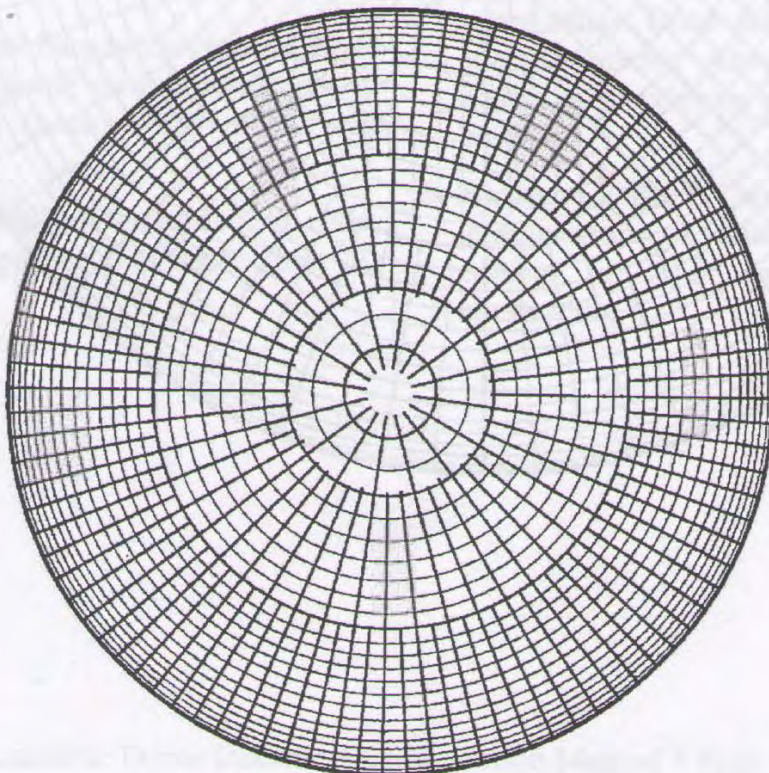
Чертежи, иллюстрирующие расположение арматуры в куполе.





MONOLITHIC DOME INSTITUTE

1 DOME PARK PL • ITALY TX 75551-0479
TEL (972) 483-7423 • FAX (972) 483-6662



MONOLITHIC DOME INSTITUTE

1 DOME PARK PL • ITALY TX 75551-0479
TEL (972) 483-7423 • FAX (972) 483-6662

Инспекция арматуры

Установите список процедур и определите минимум требований для проведения проверки

Подрядчикам следует разбираться в процессе инспекции арматуры, будь то проверка, осуществляемая собственными силами, или инспекторами, представляющими собственника или официальных лиц от строительной компании. Цель инспекции или программ по контролю качества должны обеспечить следование контрактной документации и стандартам. Программы также обеспечивают безопасность конструкции и архитектурное эстетическое соответствие.

Инспекция и проверка не добавляют качества продукту, но подтверждают, отвечает ли он установленным критериям. Качество во время строительства в основном достигается, благодаря программам подрядчика, которые включают в себя надзор со стороны исполнителей работ на строительной площадке. Контроль подрядчика независим от инспекции со стороны собственника или местных строительных компаний. Инспекция подрядчика помогает обеспечить то, что завершённое строительство отвечает требованиям собственника. Инспекция со стороны производителей материалов и поставщиков обеспечит соответствие продукции спецификациям материалов.

Инспекция должна быть знакома с проектной документацией (особенно с чертежами конструкций и размещения арматуры) и требованиями строительных норм и иметь доступ к стандартам по материалам, ссылкам, отчетам, руководствам и отчётам по производству работ.

Программа по инспекции должна приниматься на конференции, предшествующей строительству. Масштабы и сложность проекта определяют объем программы по инспекции. На собрании должны присутствовать представители сторонних инспекционных агентств, генеральный директор компании-подрядчика, директор бетонной компании-субподрядчика, представитель поставщика, мастер по производству арматурных работ и другие: архитектор, главный инженер, прораб. На собрании должен быть принят список мер и требований по инспекции объекта.

Список мер

Список должен включать (как минимум) следующее:

График строительства от генерального подрядчика очень важен, поэтому инспектор может последовать за строительной бригадой и на месте проверить арматуру до плановой установки и окончательного бетонирования.

Сертификаты соответствия от поставщика и отчеты о покрытии стержней должны поставляться в комплекте с материалом, разгружаемом на площадке. Если документы отправляются подрядчику, они все равно должны быть доступны для инспектора.

Отчеты независимой испытательной лаборатории по образцам, взятым в мастерских производителя и на строительстве, обеспечат контроль отчета об испытаниях от производителя.

Согласованные чертежи установки должны быть доступны для просмотра и изучения персоналом строительной площадки и инспектором, по крайней мере, за 1 день до начала работ по установке арматуры.

График разгрузки материалов должен быть обновлён и при необходимости предоставлен, чтобы инспекция на месте могла быть спланирована.

Следует обсуждать потенциальные проблемы, чтобы определить детали несоответствий, неточностей в контрактных документах, возможные расхождения в инженерных чертежах, ошибки в конструкциях или в их размещении и согласования предпринятых мер на местах.

Следует обсуждать допуски, чтобы определить те, которые являются критическими, метод измерения и основания для отказа или их принятия.

Периодические совещания следует проводить, чтобы обсудить предыдущие отчеты инспекции, проблемы, их решения и график предстоящих работ.

Инспекция материала

Проверка арматуры на месте начинается с отчета о заводских испытаниях и может сопровождаться отчетом независимой испытательной лаборатории. Отчёты должны содержать марку стали, свойства работы на растяжение, химический состав (электродный эквивалент, если стержни будут свариваться), местоположение и степень деформаций. Сравните эти величины с теми величинами, которые приводятся Американским обществом испытаний и материалов. Обследование заводской маркировки стержней позволит определить завод-изготовитель, тип и свойства стали и размер стержней.

Проверка усиливающей арматуры

Визуально проверьте диаметр и форму стержней (если изогнуты), измерьте длины стержней, расположение, установку и их влияние на стену или балку. В плите сосчитайте полное количество стержней и измерьте расстояния между ними. Проверьте эти цифры в соответствии с согласованными чертежами на строительной площадке и проектными чертежами. Также проверьте продольные балки, вертикальные колонны и расположение хомутов и соединительной арматуры.

Крепление арматуры

Измерьте высоту фиксаторов, чтобы удостовериться, что толщина покрытия и зазоры соответствующих размеров. Очень важно проверить фиксаторы, поддерживающие плиту и высоту верхних стержней плоского арматурного каркаса. Весь каркас также надо проверить на устойчивость, поскольку его легко могут сместить во время укладки бетона.

Обычно сторонние поставки не проводятся, пока это не будет заявлено в контрактных документах. Удостоверьтесь, что защита арматуры от коррозии соответствует техническим требованиям.

Требования к соединению арматуры

Усиливающие арматурные стержни соединяются вместе, чтобы образовать жёсткий каркас фундамента, стен или плит. Когда продольные элементы балок и колонн соединяются стяжками и хомутами, образуется жёсткая решётка. Обычно монтажники соединяют минимальное количество арматуры. Если технические спецификации не точны по вопросу количества соединений, надо провести определённые работы, пока это очевидно, потому что усиливающие арматурные каркасы и решётки могут быть смещены с проектного положения во время бетонирования. Монтажник отвечает за то, чтобы стержни оставались на месте. Сварка прихваточным швом одного стержня к другому не разрешается, и только проволока с покрытием должна использоваться в этих случаях.

Соединение внахлестку

Длина и место перекрытия внахлестку определяется в соответствии с контрактными документами и согласованными установочными чертежами. Если потребуется механическое соединение вместо соединения внахлестку, мастер или поставщик этих технологий должны обеспечить инспектора свидетельствами о том, что архитектор или инженер одобрили использование этого соединения и снабдили литературой, описывающей рекомендации по установке.

Особое внимание может быть уделено инспекции механических соединений или сварных швов, также как компонентам или действиям, которые не являются штатными, как для установщика, так и для подрядчика и инспектора.

Покрытие

Инспекторы могут не опасаться арматуры с лёгким налетом ржавчины. Однако, грязь, жир или другие вредные вещества должны быть удалены до укладки бетона. Смазочно-охлаждающие водорастворимые масла незначительно влияют на связь с бетоном. Проверьте контрактную документацию по принятию или отклонению от нормативных критериев, если имеет место повреждение в гальваническом покрытии или слое эпоксидной смолы. Корректировочные мероприятия должны быть проведены после соответствующих рекомендаций и должны быть завершены до принятия инспекцией.

Допуски

Допуски предполагают возможные отклонения в размерах, местоположении, и их не стоит необдуманно ограничивать или пренебрегать ими.

Инженер или архитектор обычно устанавливает допуски, которым необходимо следовать, обычно ссылаясь на Американский институт бетона 117. Инспектор будет устанавливать диапазон допустимости. Несогласованные допуски должны быть направлены к проектировщикам на рассмотрение.

Заводские допуски для арматуры сведены в таблицу Американским институтом бетона 117 и детальным руководством этого же института, а также руководством стандартной практики института железобетона. Заводские мастерские не сталкиваются с проблемами установки рекомендованных допусков. Типичные допуски для длины прямых стержней и внешние размеры стержней с крючками и загибами от одного до другого конца составляет ± 1 дюйм (2,54 см).

Допуски по размещению учитывают неточный характер работ по установке и допускают отклонения. Американский институт бетона 117 определяет допуски размещения стержней. Сюда входит расстояние от стержня до опалубки или поверхности бетона (для элементов размером 12-24 дюйма (30,48 – 61 см) допуски $\pm 1/2$ дюйма (1,27 см)), стандартное размещение стержней в плитах и стенах ± 3 дюйма (7,62 см), размещение хомутов и стяжек в балках и колоннах (1/12 высоты балки или ширины колонны), положение изгибов арматуры и

концов стержней (± 2 дюйма (5,08 см), кроме ± 1 дюйм (2,54 см) для резаной арматуры), длина перекрытия соединений (± 1 дюйм (2,54 см) и величина заделки в бетон (± 1 дюйм (2,54 см) для стержней размерами от #3 до #11). Допуски также устанавливаются для размеров колонн и балок.

Могут возникнуть проблемы, когда допуски, установленные на заводе-изготовителе для стержней, и допуски для опалубки противоречат друг другу. Например, по техническим нормам во внутренней колонне размерами 16x16 дюймов (40,6 x 40,6 см) с покрытием $1 \frac{1}{2}$ дюйма (3,8 см) для соединительных элементов заводские допуски для хомутов - ± 1 дюйм (2,54 см) и размер опалубки имеет допуск $+ \frac{1}{2} / - \frac{1}{4}$ дюйма (+1,2см/-0,6см). Если соединительные элементы составляют $+ \frac{1}{2}$ дюйма (1,2 см), а опалубка - $\frac{1}{4}$ (0,6см) покрытие бетоном будет сокращено до $\frac{7}{16}$ дюйма, что противоречит условию 222 ACI 117, по которому допустимо сокращение только на $\frac{1}{2}$ дюйм (1,2см) для этого случая. Такие противоречия легко решаются на ранних стадиях проектирования с помощью проектировщиков.

Проверка размещения стержней в стенах и плитах проводится на поздних стадиях. Монтажники часто смещают арматуру, чтобы обойти препятствия, такие как проёмы, небольшие отверстия, патрубки, электрические выводы, и т.д. Обычно это приемлемо, если полное количество стержней не ограничено. Проконсультируйтесь с приложением C Руководства Стандартной Практики CRSI, чтобы определить начальное расположение стержней, если эта информация отсутствует в документации.

Изгиб и выпрямление арматуры

Одной из наиболее противоречивых конструктивных процедур на практике является изгиб и выпрямление установленной арматуры. CRPS EDR №12 может послужить руководством.

Когда подрядчик требует проведения работ с использованием изогнутых и прямых выпусков арматуры, инженер должен принять эту работу и уведомить инспектора. Инспектор обсуждает работу по выпрямлению арматуры с мастером по производству работ, чтобы удостовериться, что процедура соответствует ACI 315. Там, где диаметры арматуры большие, по совету проектировщиков можно применить предварительное нагревание, чтобы избежать излома стержней при изгибе.

Заключение

Ошибки могут иметь место, но, считается, что инспектор обязан найти их и исправить. Программа по контролю качества подрядчиком помогает сократить наличие ошибок и облегчает окончательную проверку. Инспектор должен воспринимать свою работу, как составляющую часть работы строителей по обеспечению качественных технологий в практике строительства

Часть VIII

Торкретирование

И снова...сначала все обдумайте. Укладка бетона – простое дело, если к этому правильно подходить. Помните, бетон примерно вдвое тяжелее воды. Теоретически, чтобы зафиксировать слой бетона толщиной 1 дюйм (2,54 см) потребуется давление 2 дюйма водяного столба (3,7 мм ртутного столба). **В реальности толщина одного слоя торкрет-бетона должна быть максимум $\frac{3}{4}$ дюйма (2 см).** Бетон должен схватиться, прежде, чем к нему добавляют дополнительный слой бетона. В жаркую погоду это может занять несколько часов, а в холодную – день или больше.

Устройство измерителей

Измерители толщины бетона размещаются на поверхности пены. Это могут быть проволочные стикеры крепления арматуры, и их длина соответствует толщине бетона в том месте, где они установлены. Их следует установить по всей поверхности здания в виде решетки с максимальной ячейкой 4 фута x 8 фута (123 см x 246 см).

Торкретирование бетона

Наносите бетон равномерно по всей поверхности. Это помогает обеспечить покрытие бетоном толщиной, соответствующей нормам.

А. Торкретирование начинается снизу. Слой около $\frac{1}{2}$ - 1 дюйма (1,25 – 2,54 см) распыляется на поверхность с уровня земли по направлению вверх приблизительно на 6 футов (185 см). С этой высоты до верхней трети вершины купола наносится слой $\frac{1}{2}$ дюйма (1,25 см). Верхняя треть вершины

купола покрывается слоем торкретбетона в пределах от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ дюйма (0,63 см – 1,25 см).

В. Второй слой обычно наносится во второй день. Его тоже начинают снизу. Примерно на 8 футов (244 см) вверх наносится слой толщиной в 1 дюйм (2,54 см). Далее, до вершины купола, наносится слой $\frac{1}{2}$ дюйма (1,25 см).

С. Третий слой обычно наносится на третий день. Он наносится по тем же параметрам, что и второй, исключая только то, что вершина купола будет удерживать больший вес, поэтому к вершине слои должны быть толще. Если возможно нанесите слой $\frac{1}{4}$ дюйма (0,63 см) у вершины купола или доведите эту работу до конца в последние дни бетонирования. К завершению третьего дня бетон вокруг фундамента будет достаточно прочным, чтобы удерживать дополнительные слои бетона, если потребуется дополнительная толщина.

Четвертый день – это повторение третьего. В основном здесь уделяется внимание выравниванию. И особое внимание следует уделить проверке толщины слоя при помощи измерителей.

Последний слой должен быть по крайней мере $\frac{1}{2}$ дюйма (1,25 см) повсеместно. Необходимо сделать выравнивание и проверку толщины слоя. Если требуемая толщина не набрана к этому времени, необходимо нанести дополнительные слои. Окончательные слои должны быть относительно тонкими ($\frac{1}{2}$ дюйма (1,25 см)), чтобы обеспечить окончательное выравнивание.

Последние слои должны наноситься сверху вниз. Вероятно, это будет сделать легче, чем наоборот.

ЗАМЕЧАНИЕ: Очень трудно оценить толщину нанесенного бетона. Слой толщиной в 1 дюйм (2,54 см) почти не отличить от $\frac{1}{8}$ дюйма (0,3 см) на глаз. Чтобы толщина слоя была равномерной, надо, чтобы способ нанесения был тоже единообразным. Это зависит от квалификации монтажника, поэтому желательно, чтобы это был один и тот же человек. Чтобы в очередной раз удостовериться в толщине слоя, сделайте проверку измерителями.

Если в процессе нанесения бетона его количество было таково, что оболочка провисла, бетон надо немедленно убрать и вернуть оболочке нормальную форму. Затем нанести меньшее количество бетона.

Важно использовать хорошие технологии торкретирования при бетонировании областей вокруг арматуры. Нужно распылять бетон достаточно близко к стержням под большим давлением, чтобы бетон не скапливался на передней поверхности стержней, а окутывал их со всех сторон.

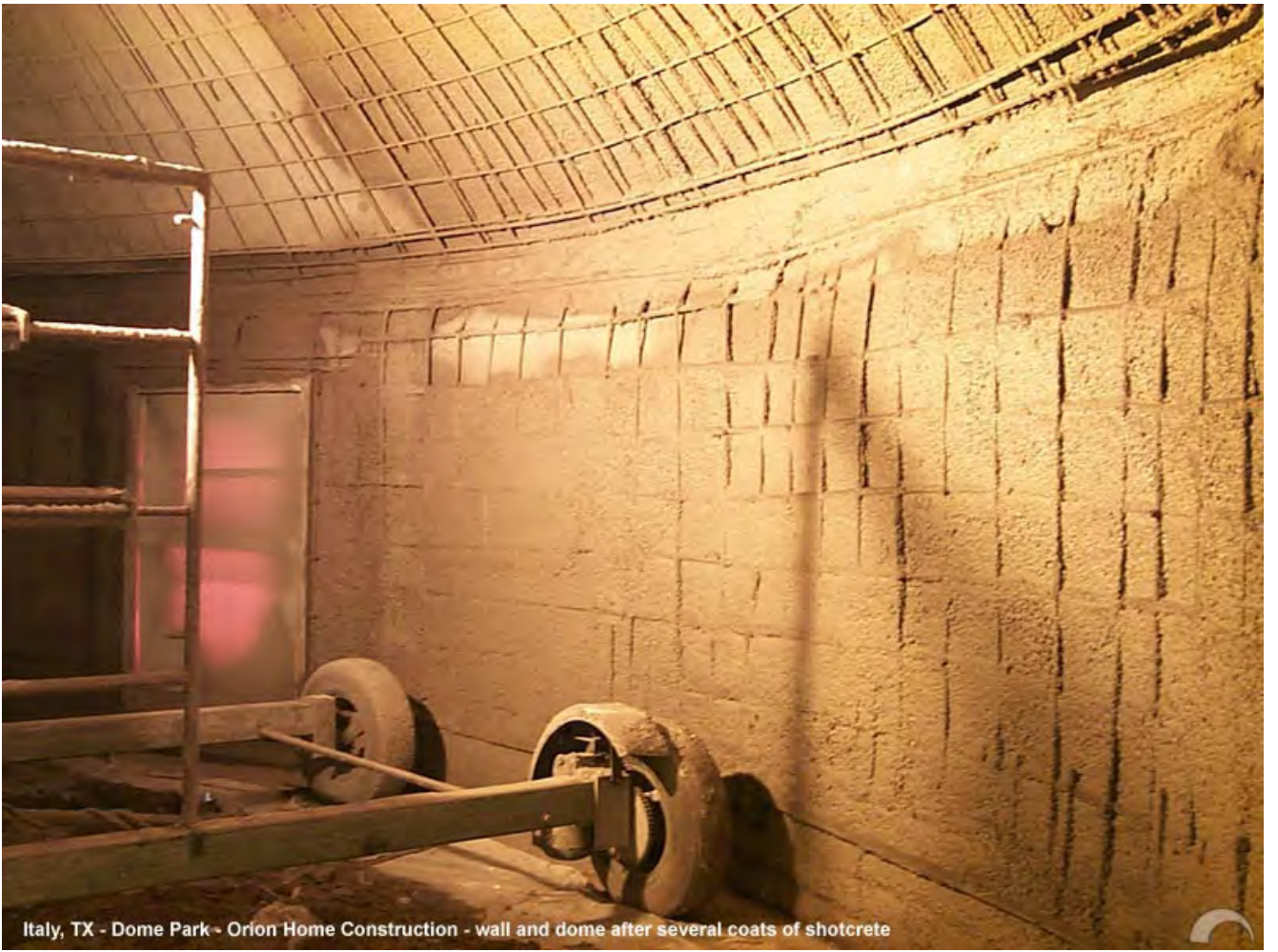
После последнего бетонирования давление воздуха должно быть 2 дюйма в течение 24 часов. После этого вентиляторы можно отключить.



July 11 - Dene Park - Orion Home Construction - starting shotcrete application



Italy, TX - Dome Park - Orion Home Construction - workshop all trades observing Gary L. Clark apply shotcrete



Italy, TX - Dome Park - Orion Home Construction - wall and dome after several coats of shotcrete



Italy, TX - Dome Park - Orion Home Construction - workshop attendees on Paxis, applying shotcrete

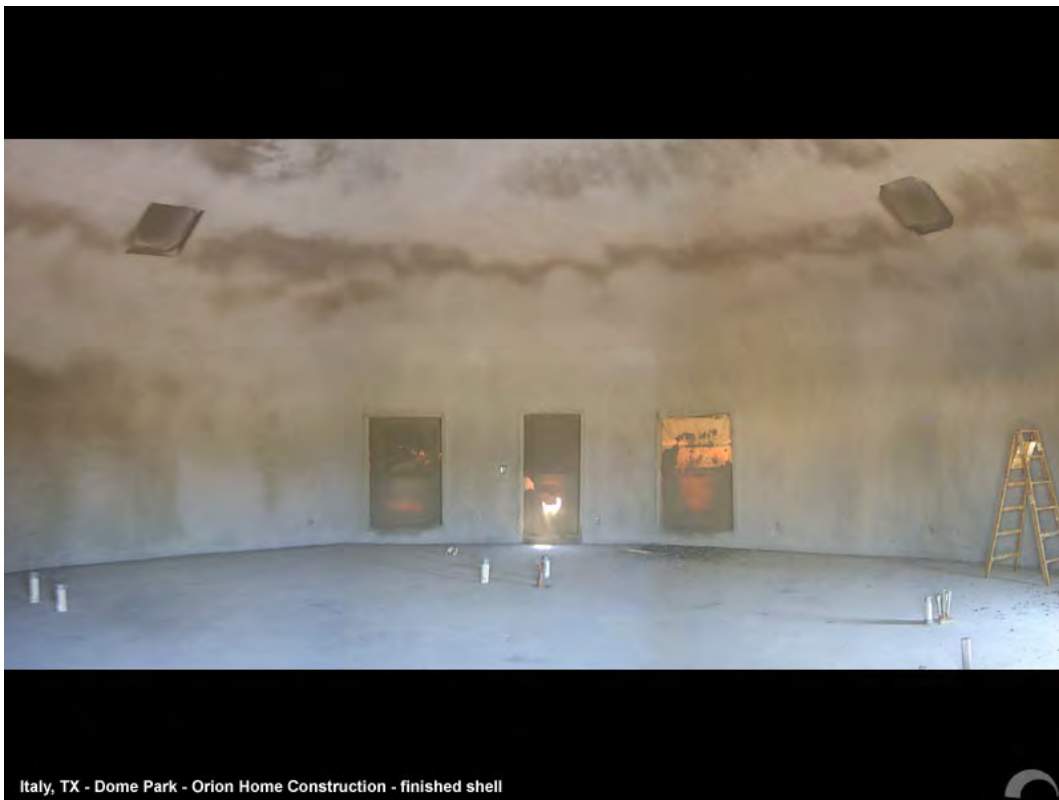




Italy, TX - Dome Park - Orion Home Construction - scraping shotcrete after application



Italy, TX - Dome Park - Orion Home Construction - workers on Paxis scraping shotcrete after applicati



Italy, TX - Dome Park - Orion Home Construction - finished shell

Часть IX

Пол

Пол монолитного купола может работать независимо от самого купола. Нет необходимости связывать одно с другим. Это означает, что пол можно оставить необработанным. Это может быть утрамбованная земля, асфальт или бетонное покрытие.

Пол монолитного купола будет подвергаться намного меньшим термальным напряжениям по сравнению с традиционными конструкциями. Поэтому контрольные узлы могут быть на большом расстоянии друг от друга. Только они не должны быть дальше 30 футов (914 см) друг от друга в любом направлении.

Нет необходимости в устройстве швов расширения по внутреннему периметру купола. Обычно бетон сжимается и не расширяется. Если швы расширения и нужны, они будут вокруг некоторых встроенных деталей, таких как пол и фундамент.

В местах, где возможна неравномерная осадка, и в случае, если конструкция будет стоять на необработанном полу, в качестве материала вполне подойдут утрамбованный известняк или глина. По мере того, как купол оседает, пол не будет разрушаться. Если неравномерная осадка мала, тогда проблемы не страшны.

В малых куполах – пол и фундамент должны быть одним целым – монолитным соединением.

Часть X

Соединения

Во многих случаях желательно соединять другие части конструкции с монолитным куполом. Эти конструкции могут включать совсем другие здания, вестибюли, окна, колодезные скважины, мансардные окна и т.д.

Первое и самое главное: помните, что монолитный купол – это бетонная конструкция, поэтому любые дополнительные конструкции должны быть выполнены так, чтобы полностью взаимодействовать с бетонным монолитным куполом. Это может быть не сложнее, чем прикрепить конструкцию болтами к деревянной раме (всегда используйте для долговечности обработанную под давлением древесину). Деревянная рама может крепиться болтами фактически в

любом месте. Затем с использованием обычных плотницких работ оформляют выходные проёмы, оконные рамы и т.д.

Во многих случаях желательно присоединить бетонную конструкцию к бетонному куполу. В этом случае надо понимать, что в месте соединения двух конструкций могут возникать трещины. В трещинах могут образоваться протечки, поэтому важно применять простую и покрывающую гидроизоляцию, как в обычных зданиях. Неплохо обеспечить физическое соединение двух бетонных конструкций, или при помощи уже существующих болтов в монолитном куполе, или путём размещения арматуры в куполе, которая может быть соединена с дополнительной конструкцией. Присоединяемая конструкция может оказаться под нагрузкой от купола, и это должно быть просчитано инженером.

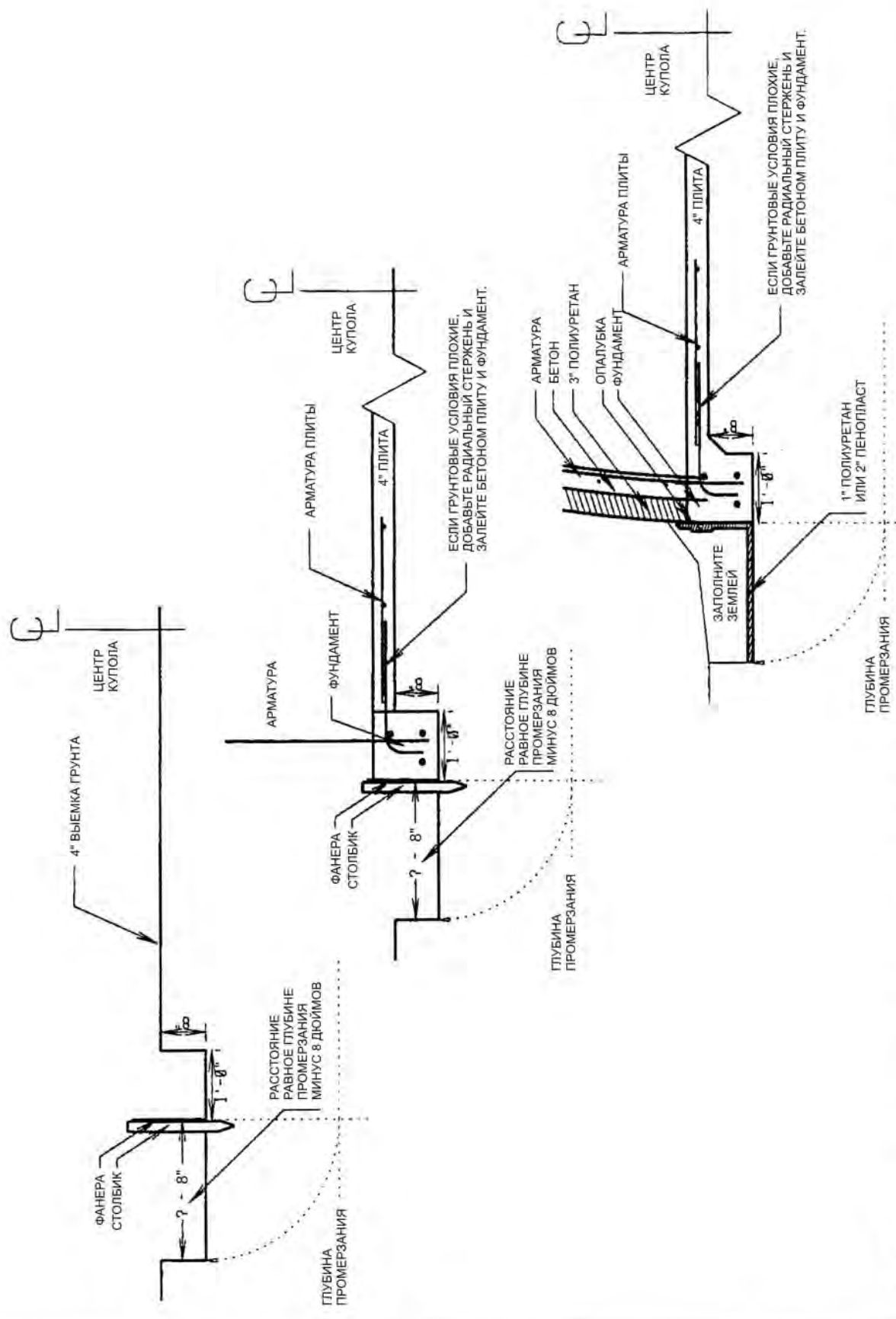
Все стыковочные процедуры должны осуществляться в соответствии с инженерными спецификациями.

Часть XI

Инженерное моделирование

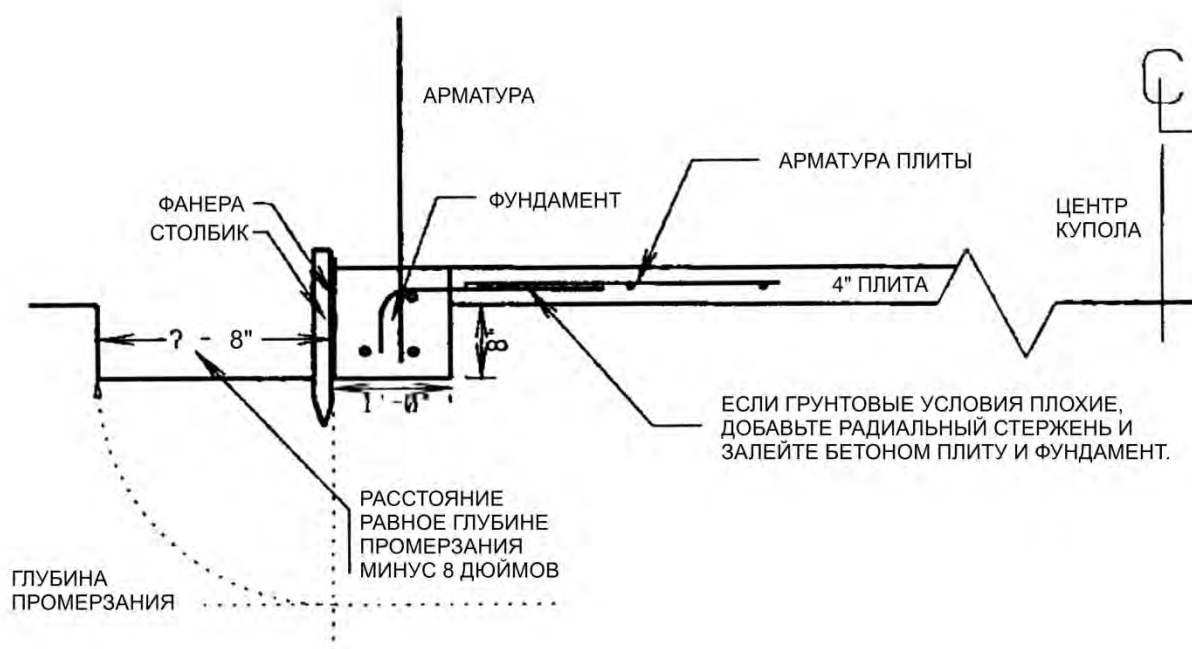
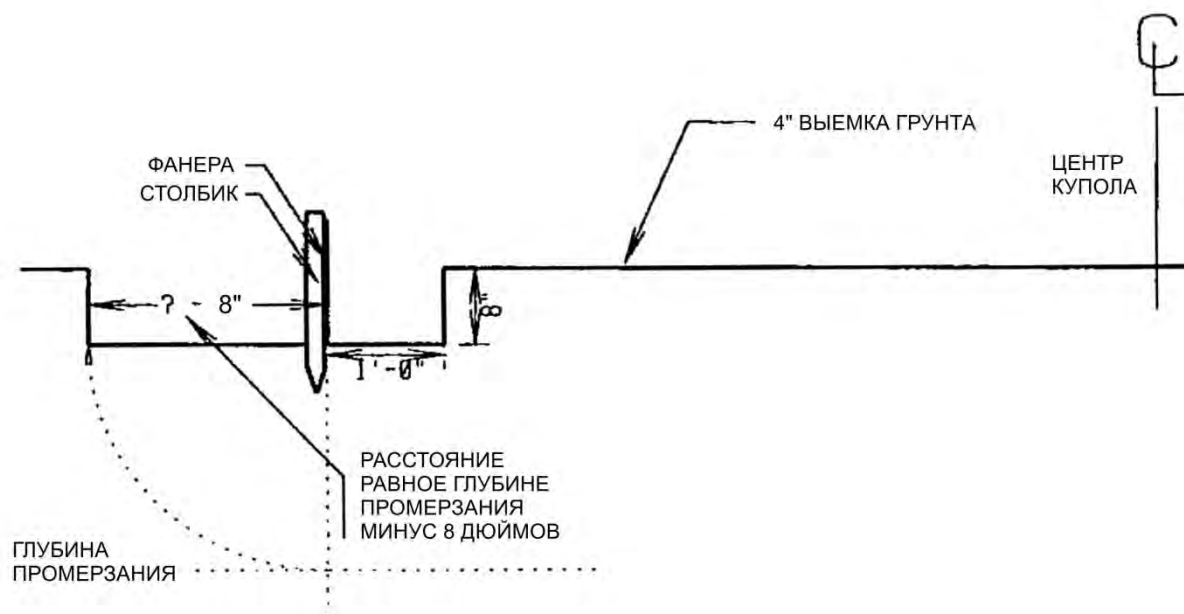
Конструирование монолитного купола лучше всего выполняется специалистами в области конструирования тонких оболочек. Бетон в оболочках (вдвойне искривлённых) гораздо прочнее, чем в плоских формах. Поскольку искривлённые поверхности сложнее рассчитать, для того, чтобы определить толщину оболочки и место расположения арматуры, применяется компьютерный метод анализа конечных элементов.

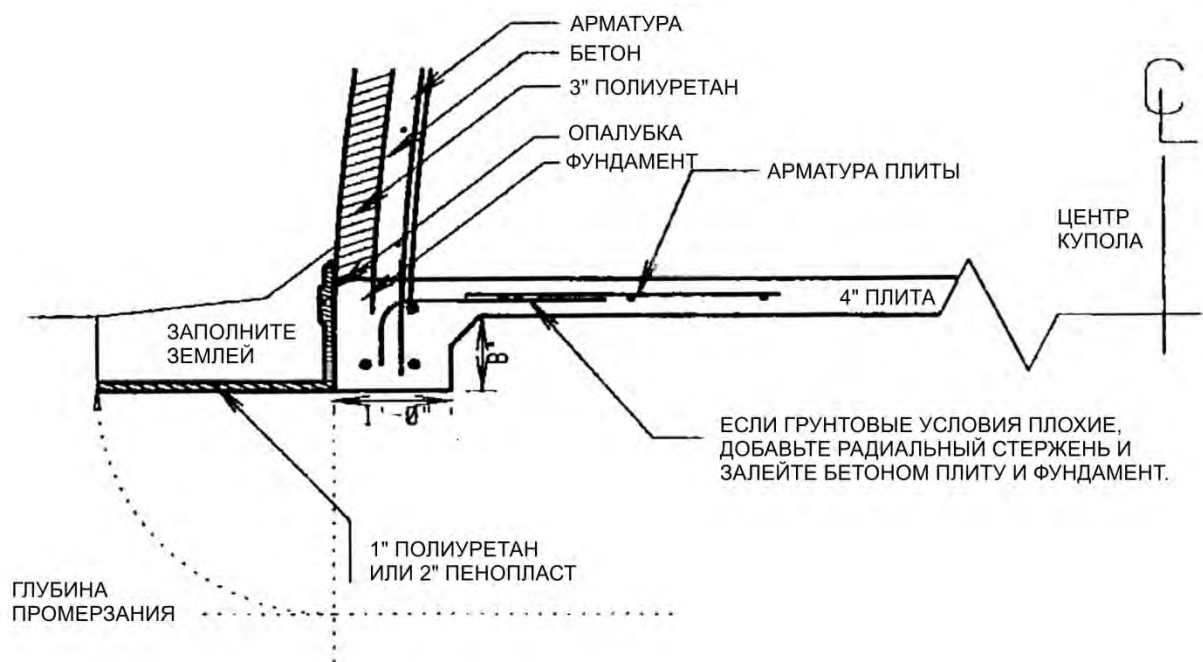
Познакомьтесь с сопроводительным материалом по актуальному моделированию конструкций куполов.

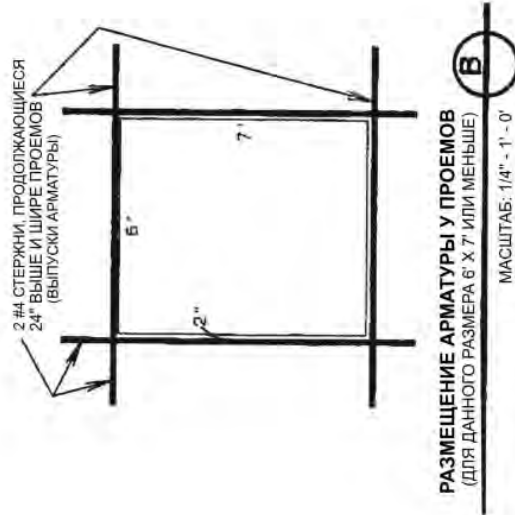


MONOLITHIC DOME INSTITUTE
 www.monolithdome.com • mail@monolithdome.com

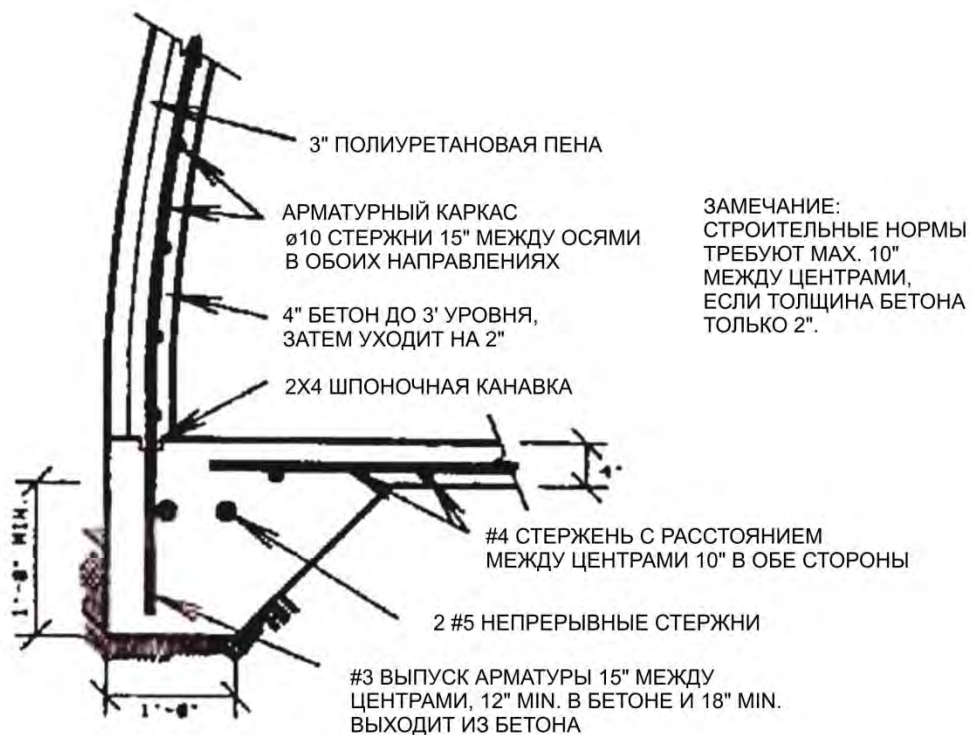
1 DOME PARK PL • ITALY TX 76651-6179
 TEL (972) 483-7423 • FAX (972) 483-6662





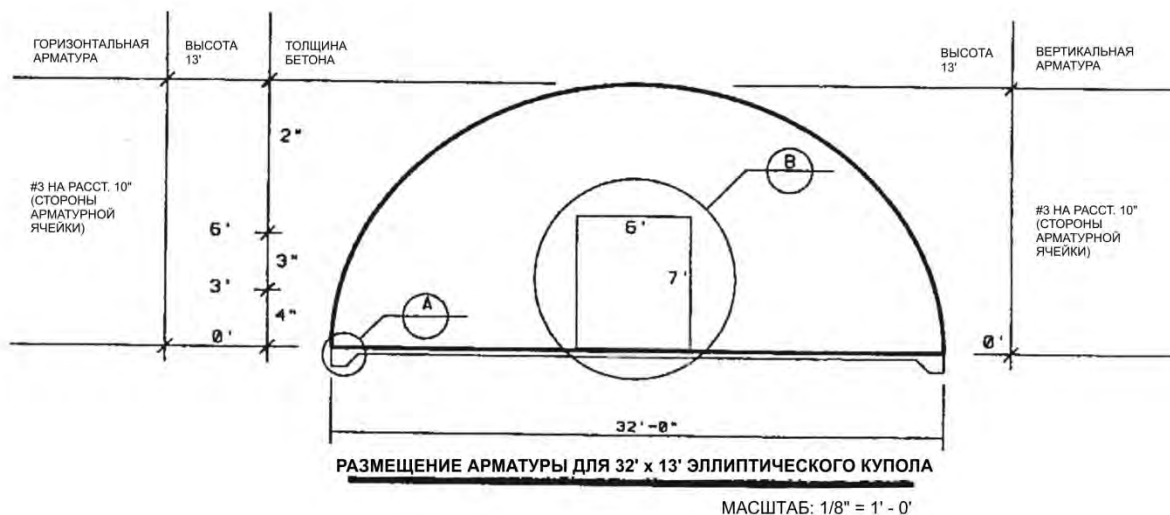


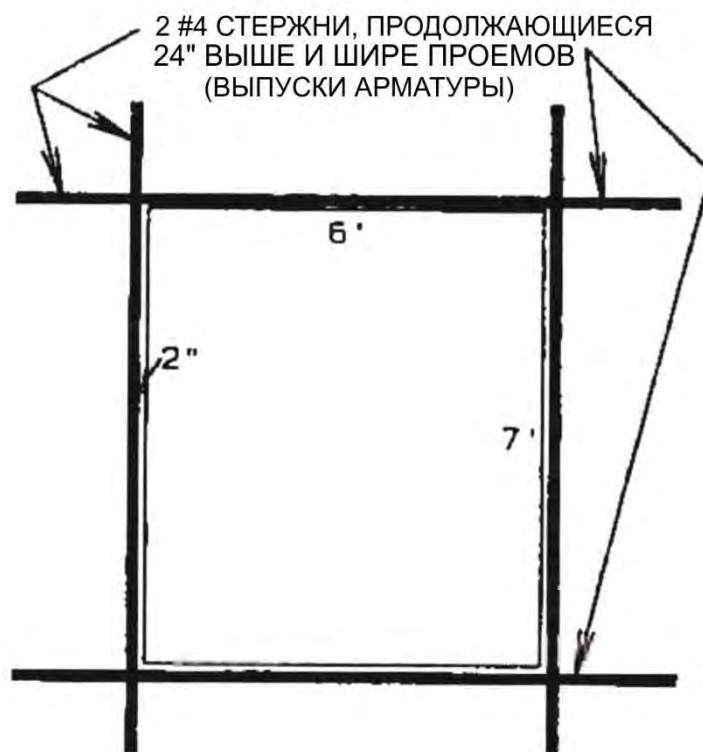
1. Бетон оболочки, содержание воздуха 5-7%, прочность $f_c = 4 \text{ ksi}$.
2. Бетон фундамента, $f_c = 3 \text{ ksi}$.
3. Арматура: A500, 35TC.
4. Добавьте 2M4 стержня вокруг проемов шириной 4' или меньше.
5. Проектные нагрузки: постоянная нагрузка от оболочки больше 10 ps f потолок и крыша плюс снежная нагрузка 40 ps f, ветровая нагрузка - 50 ps f.
6. Требования длины нахлеста для соединений в оболочке:
ГОСТ арматуры - A31 318-85 для #8 ... 47", #6 ... 28", #5 ... 23", #4 и #3 ... 18".
Если более чем 50% соединений имеют место на длину перекрытия, увеличьте зону перекрытия в 1,7 раза.
7. Перекрытия арматура для соединений в фундаменте:
ГОСТ арматуры A31 318-85 для #8 ... 36", #6 ... 24", #5 ... 18" и #3 ... 12".
Если более чем 50% соединений имеют место на длину перекрытия, тогда увеличьте зону перекрытия в 1,7 раз.
8. Обеспечьте скошенный паз 2" x 4" между оболочкой и фундаментом.
Его можно сделать вручную, убрав немного материала и утрамбовав паз. Возможно, паз будет с внутренней стороны вертикального стержня.
9. Разместите стержни по середине всей толщины бетонного слоя.
10. Положение стержней: расстояние между параллельными стержнями в одном слое должно быть не меньше диаметра арматуры, либо 1".



ДЕТАЛЬ - ФУНДАМЕНТ

МАСШТАБ 1/2" - 1' - 0'



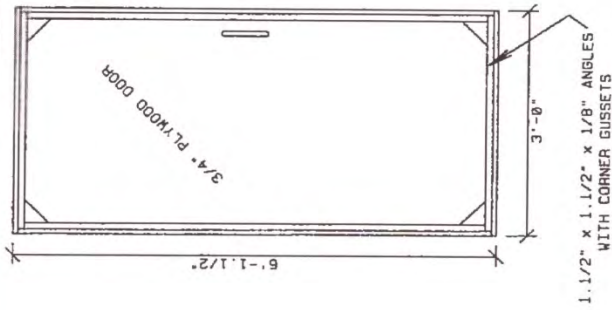


РАЗМЕЩЕНИЕ АРМАТУРЫ У ПРОЕМОВ
(ДЛЯ ДАННОГО РАЗМЕРА 6' X 7' ИЛИ МЕНЬШЕ)

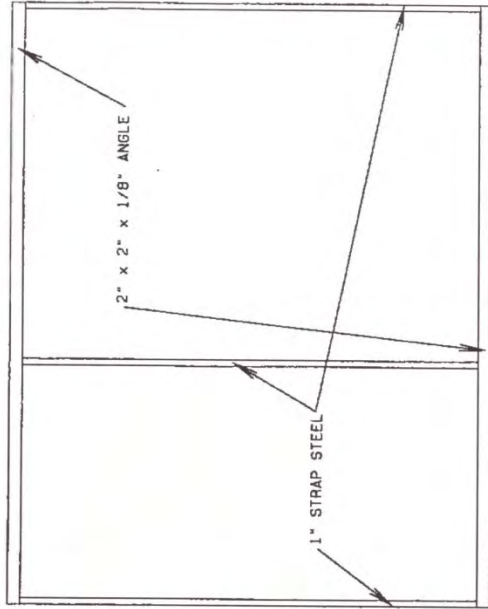
МАСШТАБ: 1/4" - 1' - 0"



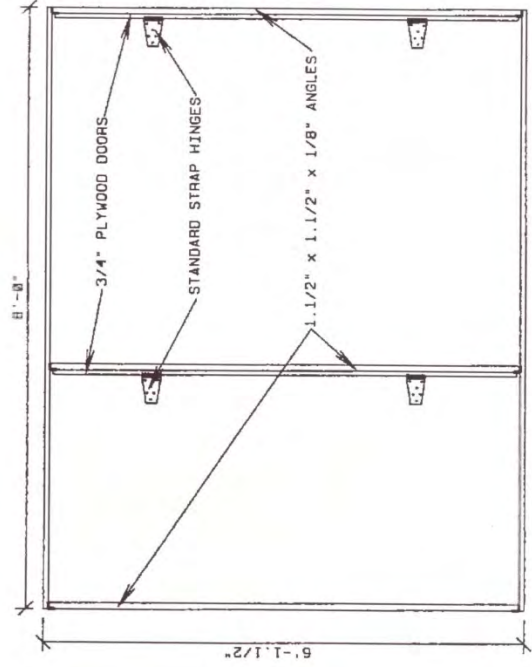
Принципиальная схема конструкции воздушного шлюза



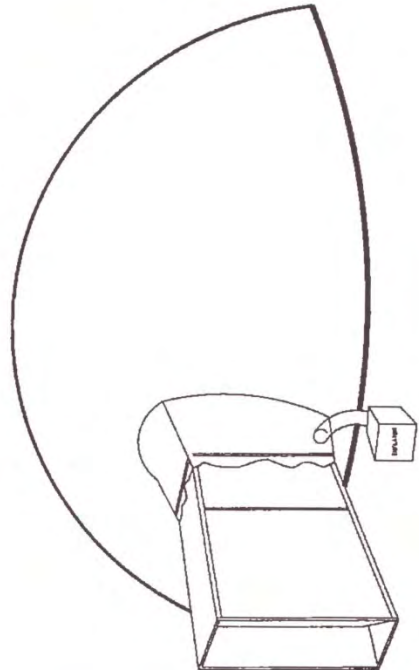
FRONT VIEW

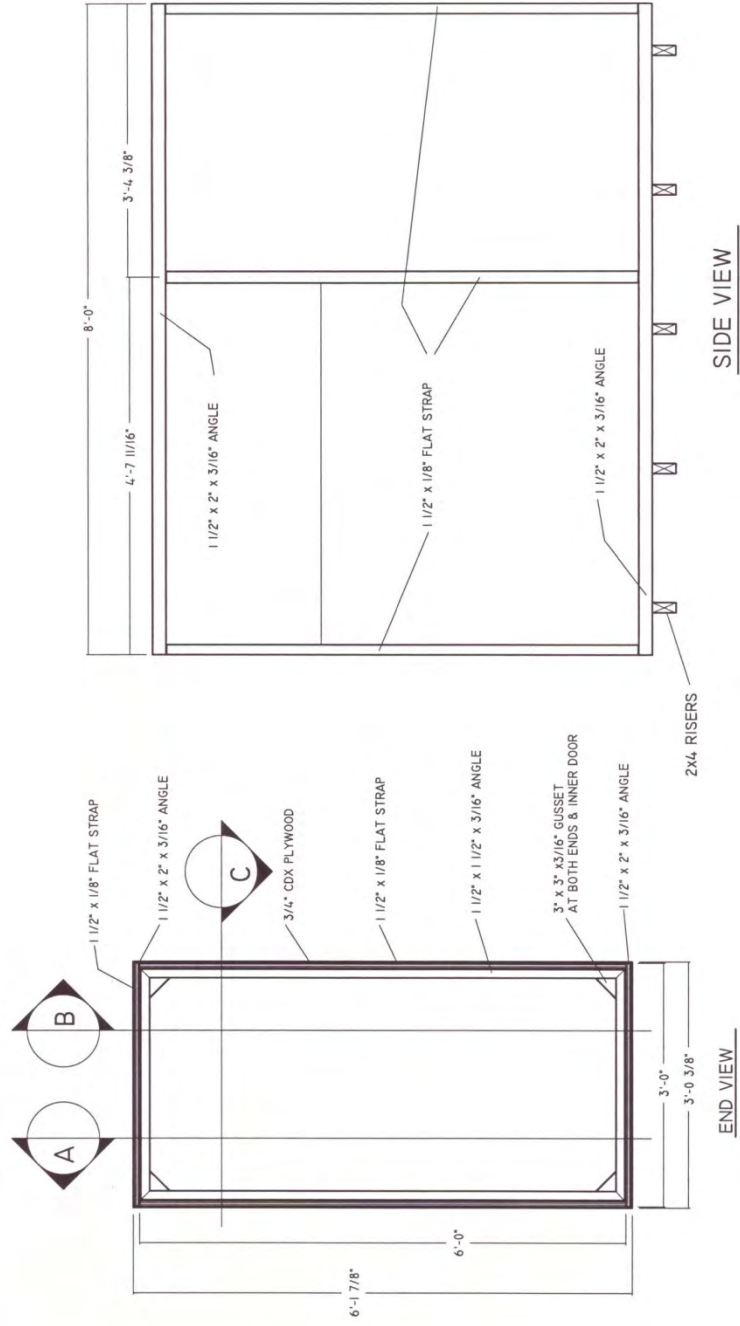


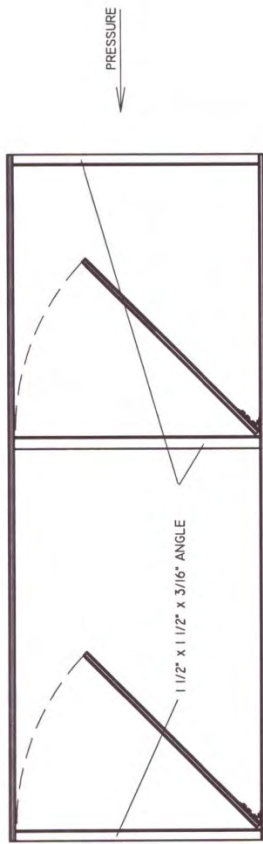
SIDE VIEW



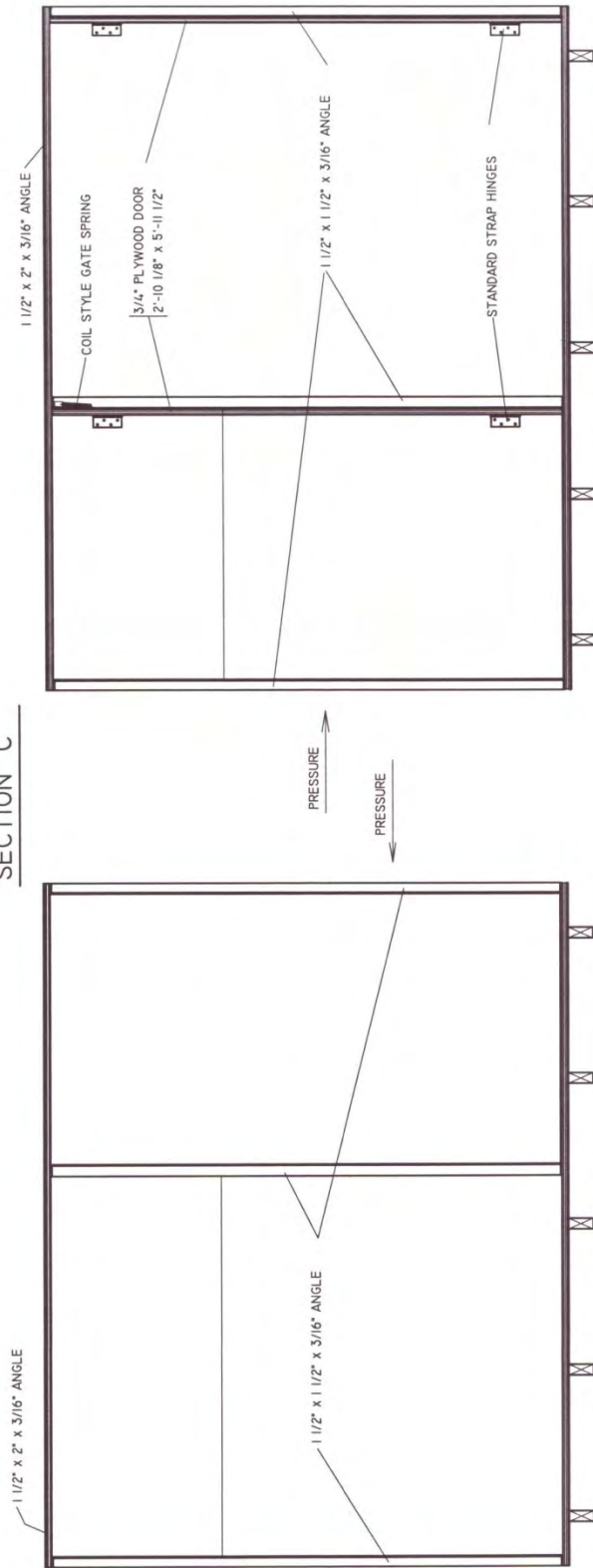
LONGITUDINAL VERTICAL SECTION





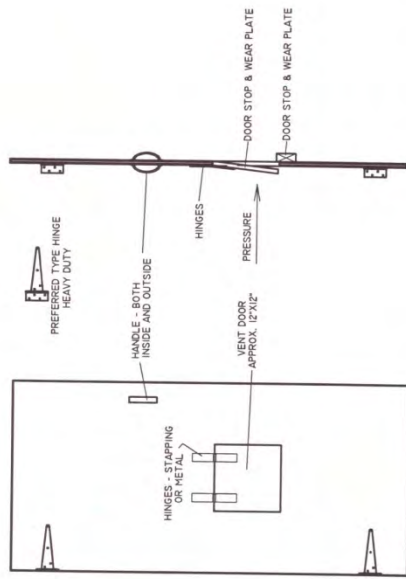


SECTION C

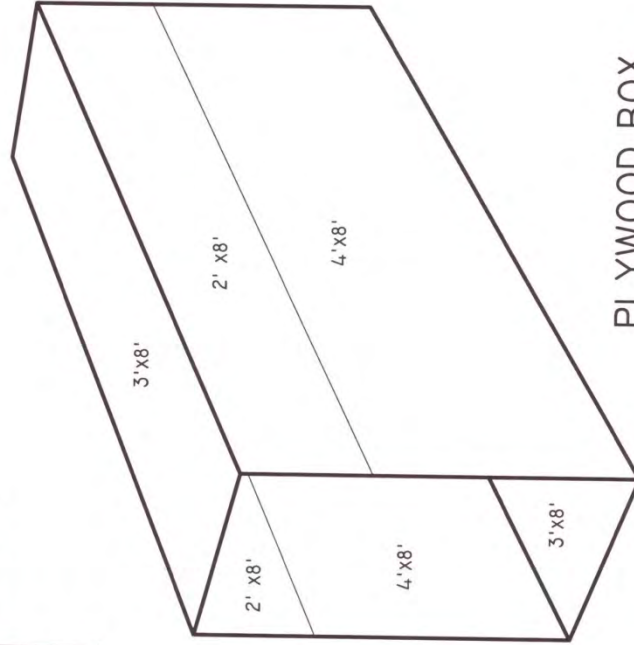


SECTION A

SECTION B



DOOR 2EA.



PLYWOOD BOX

ALL PLYWOOD TO BE 3/4" CDX

Часть XII

Безопасность

Цель Monolithic Constructors, Inc. соответствовать правилам охраны здоровья и безопасности Williams-Steiger Occupational Safety and Health Act (PL-596), называемым OSHA.

Компания Monolithic Constructors, Inc. настоятельно рекомендует всем, кто строит что-либо, а особенно, монолитные купола следовать подобной практике по обеспечению безопасности. Приведённые здесь рекомендации – это пример, и они не обязательны для исполнения. Вы можете создать своё собственное руководство.

Компания MCI (Monolithic Constructors, Inc.) будет развивать и реализовывать практики и процедуры, обеспечивающие полную безопасность рабочих мест от всевозможных угроз, которые могут повлечь тяжёлые травмы или смертельный исход. В соответствии с этим, нижеследующие положения предлагается считать политикой компании.

Безопасные работы и инструкции

Правила и руководства

Все работники и управляющие звенья, занятые в компании MCI, должны следовать этим правилам и руководствам. В дальнейшем требуется, чтобы каждый работник сразу сообщал руководству о любом несоблюдении правил безопасности.

Инструктаж по предотвращению аварийных ситуаций

Всем работникам не реже, чем раз в месяц, будет проведён инструктаж по технике безопасности. Темы инструктажа будут отражены в документах, а имена участников – записаны.

Влияние запрещённых средств.

Допуск к работе под влиянием алкоголя или незаконных наркотических средств категорически запрещён. Пьянство, использование или наличие алкогольных напитков или запрещённых наркотиков на строительной площадке запрещается. Курение в рабочей зоне запрещено.

Взаимоотношения

Угрозы, запугивание, принуждение и отрицательное влияние на других не разрешено. Также на строительной площадке запрещаются шумные игры, драки и поведение, которое может повлиять на безопасность других людей.

Защитные каски

На строительной площадке надо носить каски. Длинные волосы надо укрывать сеткой и прятать под каску.

Защитная одежда и защитные средства

Необходимо использовать соответствующие защитные средства. Они включают в себя маски, очки для сварки, респираторы (при необходимости) и перчатки. Обувь на изношенной подошве или не подходящая для работы не разрешается. В особых случаях надо носить специальные ботинки.

Предупредительные знаки

Следует выполнять все требования, предписанные знаками, замечаниями и отметками. Барьеры, ограждения и ленты безопасности будут применяться в целях защиты персонала MCI.

Баллоны

Сжатый газ должен храниться, транспортироваться и использоваться в соответствии с OSHA/MSHA стандартами. Должны быть знаки «КУРЕНИЕ ЗАПРЕЩЕНО» и «ОГНЕОПАСНО».

Испарения и газы

Всё время надо пристально наблюдать за состоянием газообразных и парообразующих веществ, которые могут нанести вред здоровью.

Лестницы

Все лестницы и вспомогательные сооружения должны быть одобрены OSHA/MSHA и закреплены к основной конструкции сверху и снизу. Вершина лестница должна выступать на 3 фута (91 см) над поверхностью, к которой она прикреплена.

Вилочные погрузчики, домкраты и строительное оборудование

Ни при каких обстоятельствах нельзя допускать к управлению вилочным погрузчиком никого, кроме специально подготовленных и сертифицированных специалистов. Водители до начала работы должны заранее убедиться в хорошей

видимости во всех направлениях. Управление оборудованием возможно только в местах, строго обусловленных компанией-изготовителем. Иное – строго запрещено. Сигнальные устройства должны быть исправны.

Страховка от падения

Страховка от падения должна быть обеспечена для всего персонала, работающего на высоте. Эти меры включают в себя устройство сплошных подмостей и ограждений, оградительных планок, пояса безопасности, спасательные тросы.

Электрическое оборудование

Убедитесь, что всё электрооборудование используется в соответствии с правилами техники безопасности для района, где ведётся работа. Должны выполняться правила безопасности при работе с электрическим и поворотным оборудованием. Не поднимайте и не опускайте электрооборудование за провода. Не оставляйте провода электрооборудования на проезжей части.

Транспортные средства и оборудование

Не стоит управлять оборудованием без разрешения, если это не часть ваших повседневных обязанностей. Оборудование не следует ремонтировать или обследовать во время работы, а также осуществлять смазывание движущихся частей, кроме оборудования, на котором предусмотрены и установлены защитные средства для безопасности работника. Не работайте под средствами, снабжёнными подъемниками и домкратами, без защитной блокировки, которая предотвратит травмы в случае их падения. Воздушные шланги не следует отсоединять от компрессора, пока он работает.

Уборка территории

Территория всегда должна содержаться в чистоте. Уборку на строительной площадке надо осуществлять раз в неделю или более часто, если потребуется.

Приложение

Специальные дополнения к этим предписаниям могут понадобиться время от времени, когда этого требует масштаб проекта. Краткий инструктаж контролёров по вопросам безопасности будет иметь не меньшее значение, чем данное предписание, хотя он может быть сделан в простой словесной форме.

Администрация политики безопасности

Персонал управления и контроля обеспечит следование компании программе безопасности. Это динамичный документ. Там, где необходимы изменения, предпринимаются шаги по их принятию. Регулярные и постоянные проверки строительства на предмет следования этой программе потребуются от контролёра работ.

Приложение

Поиск поставщика пены

Одним из лучших способов для начала поиска п – это связаться с Dan Benedict или Mason Knowles из общества Индустрии пластики в D.C. по (800)523-6154. Он и его коллеги с большим желанием помогут вам найти подрядчика

. Другим отличным способом будет связаться с одним из поставщиков, перечисленных в таблице. Поищите у них действующие аппликаторы в вашем регионе (Список предоставлен S.P.I. Inc)

Производители пены:

Компания	адрес	телефон	контактное лицо
-----------------	--------------	----------------	------------------------

A Sample Foam Manufacturer / Supplier List:

company	location	phone	contact
Burtin Corporation	Santa Ana, CA	(714) 850-1370	Dennis J. Fabian
Cook Composites & Polymers	Port Washington, WI	(800) 745-5541	Gary Maechtle
Corbond Corporation	Bozeman, MT	(406) 586-4585	Neal E. Ganser
Flexible Products Company	Marietta, GA	(404) 421-3222	Kent Hembree
Foam Enterprises	Minneapolis, MN	(800) 888-3342	James L. Andersen
Foam Supplies, Inc.	St. Louis, MO	(314) 427-7447	David G. Keske
GACO Western	Tukwila, WA	(206) 575-0450	James P. Hazard
Hydro-Seal Coatings Co., Inc.	Fallbrook, CA	(619) 723-8992	Heinz Lapper
Icynene, Inc.	Mississauga, Ontario	(416) 890-7325	Graeme G. Kirkland
IPL, a division of PMC, Inc.	Elkton, MD	(410) 392-4800 ext 216	W. Allen Webster
North Carolina Foam Industries	Mount Airy, NC	(910) 789-9161	Michael A Debone Jr.
Poly Foam Products, Inc.	Spring, TX	(713) 350-8888	Dick Huber
Polymer Development Labs, Inc.	Orange, CA	(714) 921-2300	Louis F. Cenegy
Premium Polymers, Inc.	Austin, TX	(512) 272-5531	Milton Altenberg
Resin Technology Company	Ontario, CA	(909) 947-7224	Bruce Freeman
Roof Mart International, Inc.	Chapman, KS	(913) 922-6544	Larry Garner
Stepan Company	Northfield, IL	(708) 446-7500	Ronald Seimon
SWD Urethane Company	Mesa, AZ	(602) 969-8413	Steven J. Perkins
Utah Foam Products	Salt Lake City, UT	(801) 269-0600	Bruce Wilson
Urethane Contractors Supply Company (UCSC)	Roswell, NM	(505) 623-9726	Lela Wright

Компоненты и рецептура смеси торкрет – бетона

Мокрое торкретирование

Торкретирование – это процесс, в результате которого бетон наносится напылением на вертикальную или потолочную поверхности. Торкрет бетон обычно делается из смеси песка, цемента и воды, которая нагнетается поршневым насосом через шланг с насадкой. В насадку поступает воздух, чтобы распылять и наносить бетон. Торкретирование также называется влажным пневмонагнетанием или влажным нанесением бетона. Более часто бетон поставляется в виде готовой смеси в бетономешалках.

Сухое торкретирование

Торкрет бетон – это термин для запатентованного процесса, при котором песок и цемент смешиваются вместе и подаются вниз по шлангу с большим

объемом воздуха к насадке. В насадку поступает вода, чтобы придать смеси пластичность и превратить её в бетон. Торкрет бетонирование также называется сухим пневмонагнетанием и сухим нанесением бетона. В основном песок и цемент смешиваются на строительной площадке. Сухое торкретирование требует примерно в три раза больше воздуха, чем влажное. Оно также создаёт вдвойне большее отскакивание бетона.

Отскакивание бетона

Как бы не наносился бетон, или сухим, или влажным способом, какое-то его количество будет отскакивать от поверхности. Мы посчитали, что это 10 % при влажном и 20% при сухом торкретировании. Но эти цифры могут значительно отличаться в зависимости от ситуации.

Прочность бетона

Обычно торкрет бетон гораздо прочнее, чем обычный в результате следующих факторов. Обычно в смеси используется больше цемента. Также сжатие, создаваемое воздухом, стремится уплотнить пространство между частицами смеси, тем самым обеспечивая большую плотность продукта. Обычно торкретирование имеет компрессионное давление более, чем 4 000 фунт-силы на квадратный дюйм (280 кгс/см²).

Давление подачи бетона главным образом зависит от заполнителя, количества цемента и количества воды.

Заполнитель

Наилучший заполнитель – это равномерный гранулометрический состав частиц размером от 3/8 дюймов до 0. Если частицы какого-то размера отсутствуют, их надо заменить цементом, чтобы создать более прочную смесь для нагнетания. Не всегда в США можно найти естественный, равномерно гранулированный заполнитель. Заполнитель, который был искусственно измельчен, гораздо тяжелее в обработке, чем речной или природный материал. Зазубренные края измельченного заполнителя затрудняют процесс нагнетания. Надо постараться найти лучший материал в районе производства работ.

Добавление воды

По возможности водоцементное отношение нужно обеспечить в пределах 0,4-0,45. Это обеспечивает довольно жесткую и работоспособную смесь бетона.

Чтобы создать смесь для нагнетания, надо добавить воды. Это часто делается, когда заполнитель не подобран по размеру или искусственно измельчен. Теоретически тест на осадку конуса даст вам величину водоцементного отношения. Однако с 3/8 дюймовым заполнителем эти тесты очень ненадежные.

Тест на осадку конуса

Тест на осадку конуса осуществляется путем наполнения перевернутой конической формы бетоном. Когда форма убирается, измеряется высота осадки бетона по сравнению с первоначальной высотой. Тест на осадку достаточно точное измерение для бетона с заполнителем $\frac{3}{4}$ дюйма или крупнее.

Тесты на прочность на сжатие

Прочность на сжатие в традиционных бетонных технологиях осуществляются путем испытания бетонных кубиков, приготовленных для этих целей. Хорошее соотношение в процессе испытаний серии кубиков - около 20 %. К сожалению, торкрет бетон плохо тестируется в кубиках, если только это специально приготовленные кубики. Наиболее подходящим является Windsor Probe, когда бетон распыляется толщиной 2 дюйма (5см), из которого потом делаются кубики для тестирования.

Тесты по испытанию бетонных кубиков и Windsor Probe в целом очень похожи. Windsor Probe гораздо проще, так как это просто измерение глубины погружения болта в бетон из пистолета. Но есть один неприятный момент в том, что после удаления болта остается отверстие на поверхности бетона, в то время как тестирование кубиков не нарушает поверхности. Главная проблема испытаний с кубиками состоит в том, что бетон должен схватываться при тех же условиях, что и бетон основной конструкции.

Толщина бетона

Все усилия надо направлять на достижение достаточной толщины бетона. Эта толщина определяется количеством заделанной арматуры; стикерами, которые оставлены как измерители толщины бетона, а также навыками, которыми владеют монтажники. В дальнейшем все это проверяется и подтверждается расчетами объемов в соответствии с проектом. **В целом, толщина менее важна, чем, качественное заделывание усиленной арматуры.**

Отслоение торкрет бетона

Отслоение – это явление, при котором влажный бетон подвергается силе гравитации. Влажный бетон преодолевает прилипание, и его куски падают с купола. Эти куски имеют консистенцию грязи. Особой опасности в этом нет, но нет ничего приятного в том, что эта смесь упадёт на вас. Места после отслоения бетона на следующий день заделываются торкретированием. Это не представляет собой ни опасности, ни существенной строительной проблемы. Это просто повседневная конструктивная проблема.

Оборудование, необходимое для строительства купола

Нагнетательный насос

Очевидно, что если мы имеем дело с бетонными оболочками, мы должны каким-то образом нагнетать воздух. В нашем конструктивном списке мы приводим электрический вентилятор, который нагнетает воздух в оболочку. Это очень подходящий вентилятор, но вы должны понимать, что его работа зависит от электричества.

Если электричество выйдет из строя по какой-то причине, может иметь место повреждение конструкции. Если электричество отключат в то время, когда оболочку надувают впервые, она просто сдуется. Если уже нанесен слой полиуретана в небольших куполах, купол уже имеет опору. Он ещё недостаточно прочен, чтобы начать бетонирование, но, по крайней мере, он уже не упадет. Уязвимым является тот момент, когда нанесена часть пенного слоя и первый слой бетона. В это время очень нежелательно, чтобы воздушное давление падало.

Проблему можно частично решить, разместив два вентилятора – один – со вспомогательным генератором, а другой – от местного источника питания. Если вы будете использовать два вентилятора, чрезвычайно важно установить заслонку над каждым выходом обоих вентиляторов. Если какой-либо из вентиляторов выйдет из строя, заслонка предотвратит снижение давления воздуха. Эта заслонка может быть простым куском ткани, свободно закрепленным над выходом вентилятора. Заслонка будет закрывать выход и предотвращать попадание воздуха обратно в вентилятор, если тот выйдет из строя.

Фонари

Натриевые лампы высокого давления будут работать лучше всего. Любые такие лампы будут хороши. Они должны быть защищены прочным закалённым

стеклом. Стекло должно быть плоским, чтобы его регулярно очищать от грязи скребком с лезвием. Простые 150 ваттные будут работать достаточно экономично.

Воздушный компрессор

Очень важно, чтобы воздушный компрессор имел достаточный объем. 185 кубических футов в минуту ($5 \text{ м}^3/\text{мин}$), 100 фунтов на квадратный дюйм ($7 \text{ кгс}/\text{м}^2$) – это абсолютный минимум для торкретирования (мы предпочитаем 250 кубических футов в минуту ($7 \text{ м}^3/\text{мин}$)). Конечно, если где-то кто-то делает торкретирование, вы можете обратиться к ним. Компрессоры можно взять у любого поставщика с хорошей репутацией. И дизельные, и электрические работают одинаково хорошо.

Оборудование для нанесения полиуретановой пены

Изначально поставщиком оборудования для нанесения полиуретановой пены в США является Gusmer Corporation. Они продают различные виды оборудования самых разных размеров. Graco, Ransburg - тоже хорошие поставщики оборудования. Мы предлагаем вам обратиться в дальнейшем к нам, если вам понадобится оборудование. Вам нужно будет не только оборудование, но и обучение, которое обеспечивают многие поставщики. Вам также понадобится вспомогательное оборудование вместе с оборудованием – резервуары высокого давления и т.д. Если вы решите распылять свой полиуретан, мы будем рады помочь вам.

Оборудование для нагнетания бетона

Есть множество различных типов бетонных насосов, которые могут быть использованы для торкретирования. Наиболее эффективные – гидравлические. Если шланг забьётся смесью при работе, это не приведёт к поломке системы.

Мы можем оказать помощь на профессиональном уровне, если будем знать вашу цель. Бетонные насосы стоят от 20 до 50 тысяч долларов. Марка, которую используем мы – насосы Pea-Rock. Другими словами, это специально разработанные насосы для торкретирования под высоким давлением, причем максимальный размер заполнителя 3/8 дюйма (1см). Этот вид называют растворонасосом.

Мы разработали ряд маленьких перистальтических насосов для небольших куполов.

Поставщики полиуретановой пены

Первоначально мы планировали список поставщиков полиуретановой пены и полиуретановых подрядчиков. Так как список меняется время от времени, и каждый регион специфичен, мы предлагаем вам связаться с нами по этим вопросам. Мы будем держать в открытом доступе и обновлять список подрядчиков и поставщиков.

Вы можете найти полиуретановые аппликаторы в ваших Желтых страницах (в справочнике) под названием «изоляция горячая/холодная». Большинство устройств по нанесению пены в рекламных объявлениях будут определять способы распыления полиуретановой пены.

Компании по укладке бетонной смеси и поставщики оборудования

Также как с полиуретановой пеной, здесь тоже имеет значение район применения. Мы вам поможем определиться как с оборудованием, так и с поставщиком, если вы нам позвоните. Сообщите нам, что вы ищете и в каком регионе. Мы нашли лучший источник производства пены в области строительства бассейнов. Метрополитены тоже представляют свои услуги в «желтых страницах». Также советуем проконсультироваться у поставщика готовой смеси.

Виды портландцемента

Вид I. Обычный портландцемент.

Это цемент общего назначения, подходящий для любых целей, когда особые свойства не требуются. Он используется в дорожном покрытии, в строительстве тротуаров, железобетонных зданий, мостов, железнодорожных конструкций, емкостей, резервуаров, канализационных коллекторов, дренажных труб, водопровода, а также как элемент каменной кладки и грунтово-цементных смесей. Он также подходит в случае, когда бетонные конструкции не подвергаются сильным сульфатным воздействиям. Цемент этого вида применяется там, где тепло, генерируемое гидратацией, не будет вызывать существенного повышения температуры.

Вида II. Модифицированный портландцемент.

Этот цемент выделяет меньше тепла при гидратации, чем вид I и генерирует тепло медленнее. Он предназначен для использования в конструкциях значительных размеров, где цемент с умеренным теплом при затвердевании будет стремиться минимизировать повышение температуры. Это могут быть большие опоры, устои и тяжёлые подпорные стенки, когда бетон укладывается в тёплую

погоду. В холодную погоду, когда генерируемое тепло является преимуществом, вид I может быть предпочтительнее. Цемент вида II предназначен для мест, где есть угроза сульфатного воздействия. Это дренажные конструкции, где концентрация сульфатов гораздо выше, чем обычно.

Вид III. Портландцемент быстрого схватывания

Этот вид цемента применяется там, где нужно достичь высокой прочности за короткое время. Он применяется там, где необходимо удалять опалубку, или вводить бетонную конструкцию в эксплуатацию, как можно быстрее. Во время строительства в холодную погоду, для сокращения периода достижения бетоном желаемой прочности, можно эффективно использовать этот вид, вместо более жирных смесей вида I.

Вид IV. Портландцемент с низким уровнем выделяемого тепла

Этот специальный цемент используется там, где количество и скорость генерирования тепла должна быть сведена к минимуму. Набор прочности смесью тоже происходит медленнее. Он предназначен для применения только в большом количестве, например, при бетонировании гравитационной плотины, где повышение температуры, в результате выделения тепла при затвердевании, является критическим фактором.

Вид V. Портландцемент, устойчивый к сульфатам.

Это особый цемент, предназначенный для использования только в конструкциях, подверженных сильному воздействию сульфатов. Это имеет место в западных штатах, имеющих высокое содержание щелочи в грунтах и воде. У него более медленный процесс затвердевания, чем у обычного портландцемента.

Воздухосодержащий портландцемент

Есть три типа воздухосодержащего портландцемента, относящегося соответственно к видам I, II и III. В этих видах цемента есть небольшое количество воздухосодержащих присадок, которые добавляются при совместном измельчении с клинкером во время производства. Они были разработаны, чтобы производить бетон, устойчивый к суровым морозам и воздействиям соли, которой посыпают тротуары от снега и льда. Бетон, сделанный с применением такого цемента, содержит маленькие, равномерно распределенные, отдельные пузырьки. Пузырьки такие небольшие, что в одном кубическом футе ($0,02832 \text{ м}^3$) их содержится несколько миллиардов. Содержание воздуха отражается на уменьшении веса свежего бетона. Лучшие результаты получены, когда содержание воздуха приблизительно $4 \frac{1}{2}$ процента в бетоне с заполнителем

размером 1 ½– 2 ½ дюйма (3,81-6,35 см), 5 ½ процента заполнителя размером ¾ дюйма (1,9 см) и 7 процентов заполнителя 3/8 дюйма (0,95 см). Спецификацией допускается плюс – минус 1 ½ процента отклонения от этих цифр. Нижний предел обеспечит отличное сопротивление замерзанию и оттаиванию под воздействием соли, а превышение верхнего предела – слишком сократит прочность бетона, что приведет к снижению его долговечности.

Таблица. Усиливающая арматура.

Стержень №	Размер, дюйм	Футы/фунт	Площадь дюйм ²	Линейный фут/тонна
2	1/4			
3	3/8			
4	1/2			
5	5/8			
6	3/4			
7	7/8			
8	1			
9	1			
10	1 1/8			
11	1 ¼			

Таблица модулей крупности (гранулометрическая диаграмма)

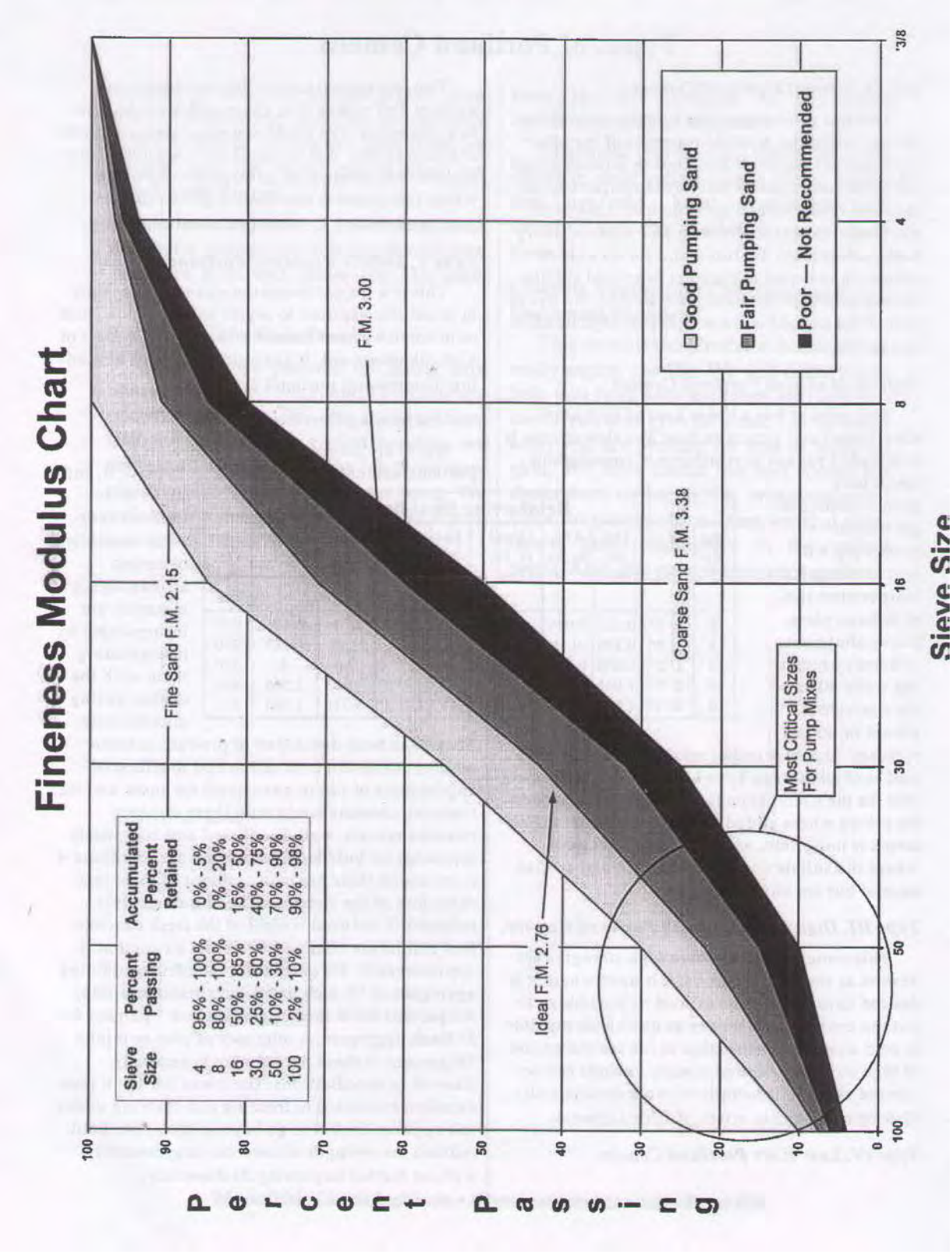
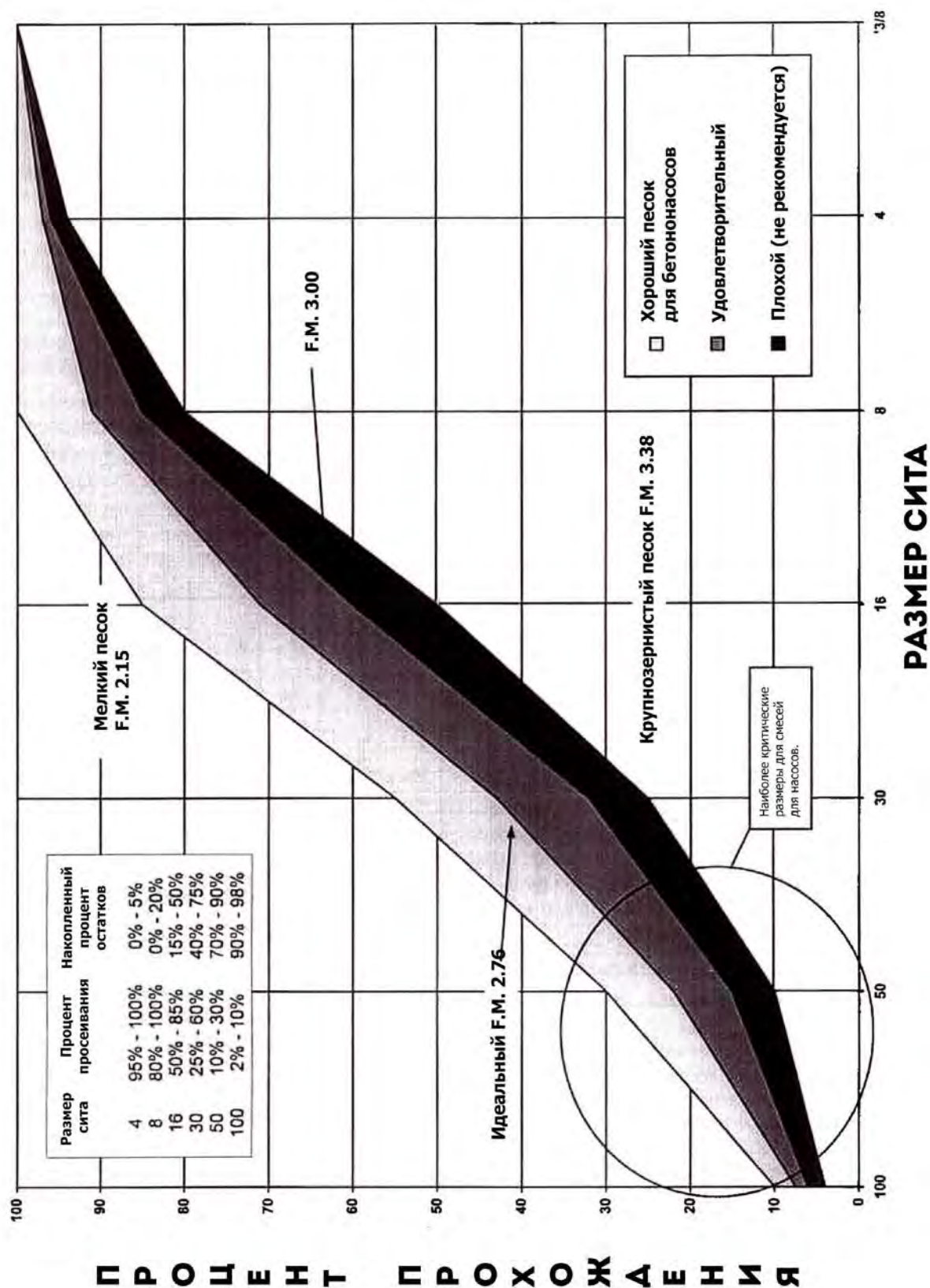


ТАБЛИЦА МОДЕЛЕЙ КРУПНОСТИ ЧАСТИЦ



Подбор состава смеси на месте

Для одного кубического ярда(0,9144	Для одного кубического ярда (0,9144
------------------------------------	-------------------------------------

м.куб) торкрет бетона на 8 мешков смеси без Kel-crete	м.куб) торкрет бетона на семь мешков смеси без Kel-crete
Цемент.....752 фунта (341 кг) Вода (35 галл. (133 л)..280 фунт (127 кг) Песок для бетонной смеси...2214 фунта (1004 кг) Гравий размером меньше 3/8 дюйма (0,95 см).....554 фунта (251 кг) 1 упаковка пластикового волокна..1 фунт (0.4536 кг) Итого вес.....3801 фунт (1724 кг)	Цемент.....658 фунтов (299 кг) Вода (35 галл. (133 л).....280 фунтов (127 кг) Песок для бетонной смеси.....2275 фунта (1032 кг) Мелкий гравий диаметром до 3/8 дюйма (0,95 см).....576 фунтов (261 кг) Kel-crete (при необходимости)....1 унция (29,57 мл) 1 упаковка пластикового волокна...1 фунт (0,4536 кг) Итого вес.....3801 фунтов (1724 кг)
Два мешка смеси на порцию в приблизительно 1/4 кубического ярда (0,2286 м) торкрет бетона на восемь мешков смеси без Kel-crete	Два мешка смеси на порцию в приблизительно 3/10 кубического ярда (0,27 м) торкрет бетона на 7 мешков смеси с Kel-crete
Цемент.....188 фунтов (85,3 кг) Вода.....70 фунтов (31,8 кг) 8,75 галл. (31,2л) Песок для бетонной смеси...553 фунта (250,8 кг) (150 л) Гравий диаметром меньше 3/8 дюйма (0,95 см).....140 фунтов (63,5 кг) (38 л) 1/3 упаковки пластикового волокна...1/3 фунта (0,15 кг) Итого вес.....950 1/3 фунта (431,15 кг)	Цемент.....188 фунтов (2 мешка) (85,2 кг) Вода.....80 фунтов (10 галл.) (36,3 кг) (37,9 л) Песок для бетонной смеси.....690 фунтов (313 кг) (190 л) Гравий диаметром меньше 3/8 дюйма (0,95 см).....140 фунтов (63,5 кг) (38 л) Kel-crete (при необходимости)....2-3 унции (59,14-88,7 мл) 1/3 упаковки волокна.....1/3 фунта (0,15 кг) Итого вес.....1101 1/3 фунта (449,56 кг)

ЗАМЕЧАНИЯ:

1. Гравий диаметром 3/8 дюйма (0,95 см) лучше не применять, так как смесь будет трудно нагнетать насосом. Бетон будет менее прочным, но вполне приемлемым, особенно для двух последних слоёв. Поверхность такого бетона будет более мягкой.
2. Воду следует добавлять так, чтобы достичь соответствующей осадки конуса 2-6 дюйма (5,08-15,24 см).
3. Kel-concrete (специальная добавка) следует добавлять в самом начале вместе с водой или в сухом виде.
4. EasySpread (добавка) должен быть повторно гидратирован путем смешивания с водой в течение не менее, чем 15 минут. Его можно предварительно приготовить за 2 недели до использования.

Формулы для расчета купола сферической формы

Сферический купол:

Длина окружности: $C = \pi d$

Площадь пола: $F = \pi r^2$

Радиус кривизны:

$$R_c = \frac{r^2 + h^2}{2h}$$

Площадь поверхности:

$$S_a = 2\pi h R_c = \pi(h^2 + r^2)$$

Радиус на втором уровне:

$$r_l = \sqrt{R_c^2 - (R_c - h + l)^2}$$

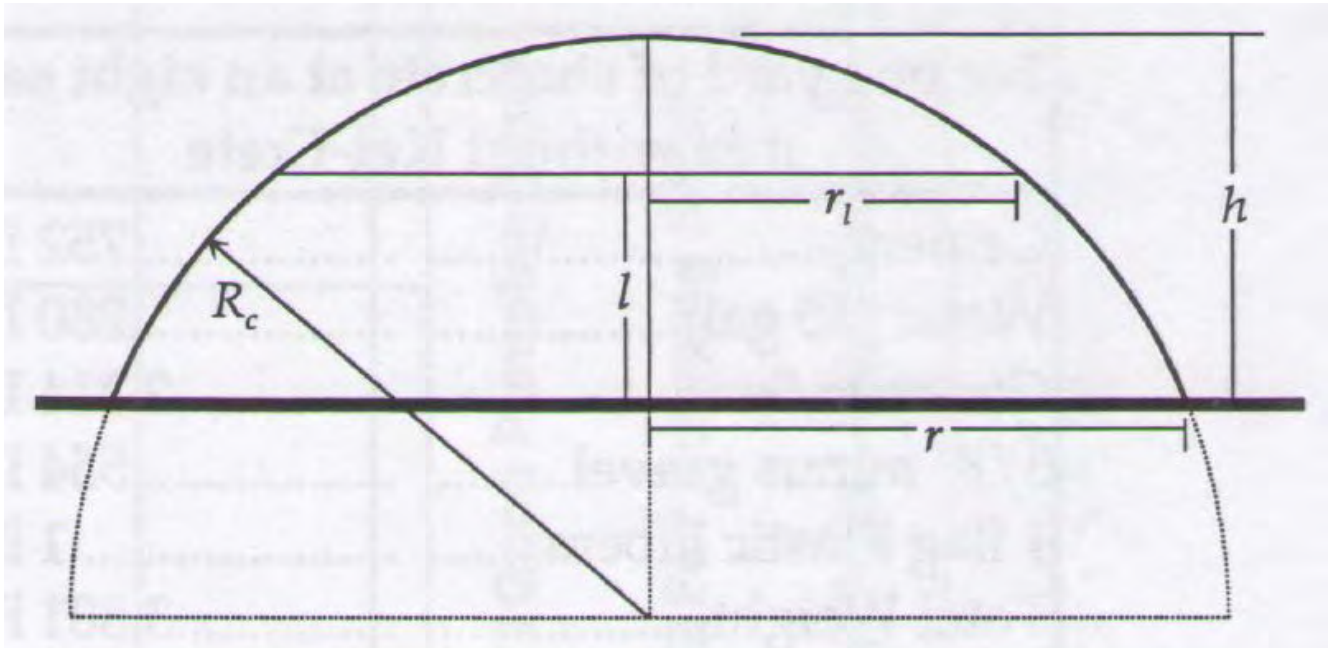
Объем:

$$V_s = \frac{1}{3}\pi h^2(3R_c - h) = \frac{1}{6}\pi h(3r^2 + h^2)$$

Напряжение наружного поверхностного слоя:

$$T_s = \frac{P_a R_c}{2}$$

Давление воздуха: $P_a = 1'' \text{ water column} = 0.0361 \text{ psi} = 5.2 \text{ psf}$



Объяснение величин:

π – число, равное 3,14159. Это длина окружности, деленная на диаметр.

d – диаметр основания купола

R – радиус кривизны купола. Сфероидный купол – это сегмент сферы. Обычно это верхняя часть купола, но это может быть любой сегмент сферы (полусфера) или более. Принято считать, что купол это подобие срезанной верхушки баскетбольного мяча. А форма как у целого баскетбольного мяча, неважно, в каком месте он срезан. Радиус кривизны – это расстояние до центра сферы. Например, диаметр – 40 футов на высоту купола 15 футов – $r = 40/2 = 20$ футов

Example: 40 foot diameter by 15 foot tall dome. $r = \frac{40}{2} = 20$ feet

$$R = \frac{r^2 + h^2}{2h} = \frac{20^2 + 15^2}{2 \cdot 15} = \frac{20 \cdot 20 + 15 \cdot 15}{30} = \frac{400 + 225}{30} = \frac{625}{30} = 20.83 \text{ feet}$$

l – расстояние от основания купола до второго уровня (как до второго этажа)

r_l – радиус купола на втором уровне (на высоте l). Этот радиус необходим для создания схемы второго этажа или для проверки установки дверных и оконных

проемов. Площадь пола и длина окружности рассчитываются по тем же формулам, что и для всего купола, только вместо r берем r_1 .

C – периметр или длина окружности основания купола (расстояние вокруг купола). Пример, купол 40' x 15' – $C = \pi d = 3,14159 \times 40 = 12566$ футов

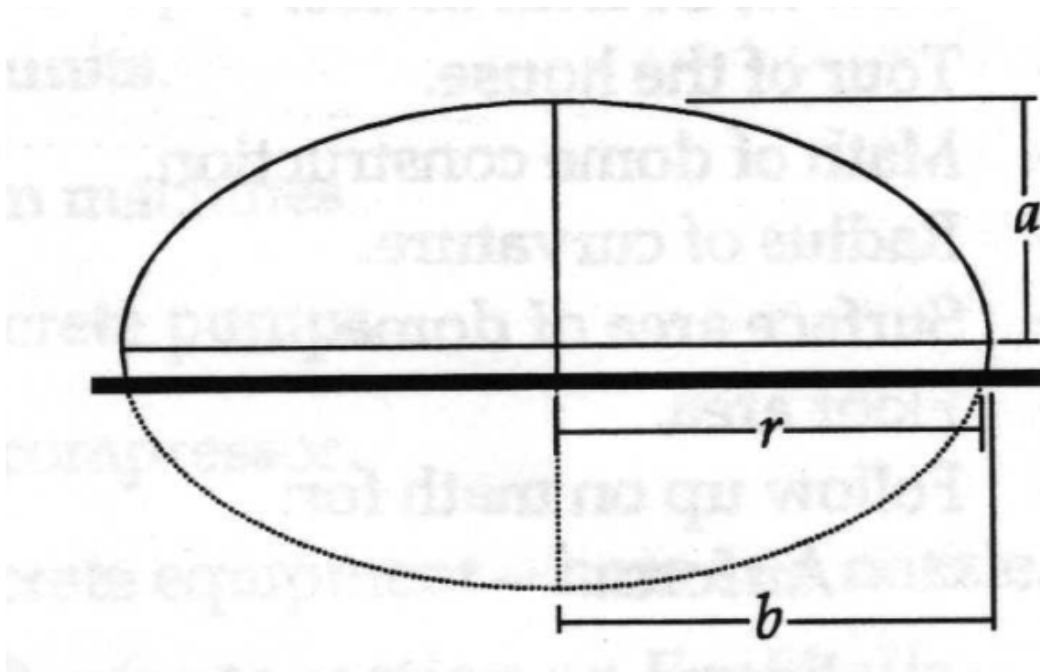
F – площадь пола. Пример, 40' x 15' купол – $F = \pi r^2 = 3,14159 \times 20^2 = 1,256$ футов

S – площадь поверхности купола. Пример, 40' x 15' – $S = 2\pi hR = 2 \times 3,14159 \times 15 \times 20,83 = 1,963$ кв. фута.

Формулы для расчета эллипсоидного купола

Эллипсоиды трудно рассчитывать. Однако, они представляют собой очень эффективные формы куполов. Самый общепринятый вид – это сплюснутый, сжатый у полюсов эллипсоид. Он выглядит как стандартный сферический купол с круглым основанием, просто немного приплюснутый, как тыква. Стороны – более вертикальные, а вершина – более плоская. Это уменьшает размер купола, что обеспечивает немного большее пространство вдоль стены купола под потолком. Вытянутый эллипсоид больше похож на арбуз и применяется в создании уникальных строительных форм.

Эллипс: (Пусть a – это большая полуось, а b – это меньшая полуось)



$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

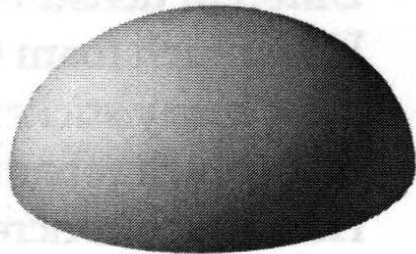
Формула эллипса:

$$\epsilon = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$$

Эксцентриситет:

Приплюснутый эллипсоид: этот эллипсоид образуется вращением эллипса вокруг меньшей оси. Пусть a - это большая ось а b – это меньшая ось. Пусть ϵ будет эксцентриситетом вращения эллипса.

Минимальное отношение меньшей полуоси к большей 1:1,35



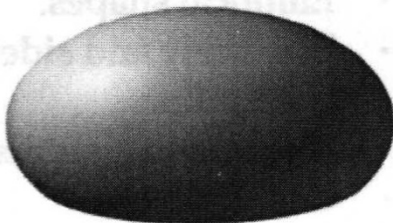
Площадь поверхности всего приплюснутого эллипса:

$$S_o = \pi a^2 + \frac{\pi b^2}{2\epsilon} \ln\left(\frac{1+\epsilon}{1-\epsilon}\right)$$

$$V_o = \frac{4}{3}\pi b a^2$$

Объем всего приплюснутого эллипса:

Вытянутый эллипсоид: Вытянутый эллипсоид образуется путём вращения эллипса вокруг большей оси. Пусть a - это большая ось, а b – это меньшая ось. Пусть ϵ будет эксцентриситетом вращения эллипса.



Площадь поверхности вытянутого эллипсоида:

$$S_p = 2\pi b^2 + \frac{2\pi ab \arcsin(\epsilon)}{\epsilon}$$

Объем всего вытянутого эллипсоида:

$$V_p = \frac{4}{3}\pi ab^2$$

Программа (Тезисы или ключевые слова) по обучению строительству куполов №1

Автор David B. South

Представление Дэвида.

Экскурсия вокруг офиса.

Экскурсия по офису.

Дом Оберон.

Экскурсия по дому.

Математика строительства дома.

Радиус кривизны.

Площадь поверхности купола.

Площадь пола.

Сделаем расчет:

воздухоопорной опалубки;

слоя пены;

арматуры и стикеров крепления арматуры;

бетона.

Различные плотности пены.

Сколько пены покупать.

Сколько покупать стикеров.

Сколько арматуры покупать.

Сколько покупать бетона.

Предварительный расчет общей стоимости.

Другие формы.

Почему кривые придают прочность.

Низкопрофильные купола.

Эллиптические профили.

План и профиль.

Здание в виде гусеницы.

Ещё о математике – радиус @ вершина

Бетон.

8 мешков цемента.

Бетон пластичен (меняет пластичность при добавлении воды)

Почему используют 9 мешков смеси.

Испытание на определение осадки конуса.

Хороший торкрет бетон должен иметь различную осадку конуса.

Испытания цилиндра (кубика из бетона).

Другие испытания.

Обеспечить давление 4000 PSI.

Измельчение заполнителя.

Бетон наносится слоями.

С чего начать.

Как наносить бетон.

Важность выбора угла распыления.

Убедитесь, что бетон зафиксирован на поверхности.

Бетонирование – это перекрестный процесс.

Уделяйте внимание влажности бетона.

Уделяйте внимание сохранению тепла.

При необходимости утеплите здание.

Заказ бетона, и как это сделать.

Достижение бетоном прочности 4000 PSI за 28 дней.

Плохо промытый заполнитель трудно использовать.

Купола небольших размеров.

Достаточно прочная пена.

Покрытие или разбрызгивание бетона.

Слои здания из пены без бетона горючи.

Фундаменты должны быть достаточно массивными.

Фундамент и пол могут быть забетонированы, как одно целое.

Заливка бетонных полов под купола. Здесь нет необходимости устраивать узел расширения.

Оболочки куполов легко «дышат».

Бетон работает совместно с арматурой. Сжатие и растяжение.

Паз в фундаменте.

Гвозди в оконных проемах обеспечивают их прочную фиксацию.

Добавьте усиливающую арматуру в области оконных проемов.

Подмости для строительства куполов.

Крепления к оболочке купола.

Как найти специалистов для нанесения пены.

Принятие решения о густоте пены.

Работники, распыляющие пену, должны работать квалифицированно. Слои надо наносить равномерно.

Распыляйте пену перпендикулярно к стене.

Толщина пены.

Распылять пену надо на сухую оболочку.

Тщательно проверяйте глубину слоя.

Используйте стойкую пену.

Распыление пены может быть сложным делом для новичков.

Специалисты по сооружению бассейнов и т.д.

Используйте специальное оборудование для распыления торкрет бетона.

Большая разница в торкретировании бассейнов и куполов.

Программа 2

Автор David South

Нанесите бетон слоем необходимой толщины.

Измерители толщины (приготовьте стикеры крепления арматуры).

Наносите бетон с определенной скоростью.

Наносите бетон равномерно, не слишком толстым слоем, избегая отскокивания бетона с поверхности.

На очень маленьких куполах пена может быть опорой.

Оборудование по нанесению пены должно быть небольшим и портативным.

Бетон можно смешивать вручную и наносить на поверхность здания мастерком.

Воздухоопорные оболочки – прочные, но существует опасность их повреждения. Как их ремонтировать.

Освещение купола во время строительства.

Натриевые лампы высокого давления (400 ватт).

Дополнительное оборудование:

Вентиляторы

Оборудование для нанесения пены

Бетононасосы

Компрессоры

Оборудование для торкретирования – насадки и шланги EcoShells.

Программа 3

Автор Randy South

Основы сооружения бетонных куполов.

Основы науки о бетоне.

Заполнители, вода, цемент.

Бетон и арматура в совместной работе.

Сопоставление здания с мостом.

Бетон хорошо работает на сжатие.

Стальная арматура, работающая на растяжение, должна быть прочной.

Причины использования арматуры в бетоне.

Не допускать развития трещинам.

Стыки, воспринимающие вращающий момент и работающие на сдвиг.

Бетон должен окружать арматуру со всех сторон.

Арматурный профиль – это деформированный профиль.

Неровности на арматурном профиле очень важны.

Как арматура классифицируется в соответствии с прочностными характеристиками.

60 000 фунтов (27 216 кг) прочность при работе на растяжение стержней купола.

Шаги в строительстве куполов.

Разметка фундамента

Устройство фундамента.

Опалубка.

Установка арматуры в фундаменте.

Выпуски арматуры из пола фундамента.

Заливка бетона в фундамент.

Устройство шпоночного паза.

Стальная арматура создает кольцевую балку.

Напряжения, возникающие в куполе, распределены.

Бетон плохо работает на растяжение.

Благодаря форме купола чрезвычайно прочны.

Прочность купола обеспечивается арматурой.

Название арматуры определяет её диаметр, выраженный в количестве восьмых долей дюйма (в мм).

Опять возвращаемся к зданию. Пример купола 50 футов (15,24 м).

Должен быть значительный вес, чтобы обеспечить устойчивость здания.

Как рассчитать, сколько арматуры надо приобрести.

Надо устанавливать стержни, чтобы они перекрывали друг друга.

При необходимости область перекрытия может быть в 1,7 раза больше.

Нужно обеспечить выпуски арматуры по окружности всего фундамента.

Как заказать бетон для фундамента.

Что делает бетон прочным.

Обсуждение видов заполнителя и раствора.

Равномерная грануляция песка.

Даже компании по изготовлению бетона не знают этих секретов.

Просеивание песка.

Модули крупности.

Почему бы не использовать 8 или 9 мешков бетона все время.

Использование песка и мелкого гравия, чтобы можно было разбрызгивать бетонную смесь.

Заливка фундамента.

Прикрепление воздухоопорной опалубки в фундаменте.

Измерение фундамента (тщательное размещение оболочки).

Обеспечение изгибов арматурных стержней.

Фотографии строительства купола.

Арматурные стержни.

Анкерные болты могут заливаться бетоном на месте.

Фундамент надо равномерно залить бетоном.

Оболочка готова к транспортировке.

Арматуру надо изгибать так, чтобы не порвать оболочку.

Можно объединить пол и фундамент в одно целое.

Прикрепите болтами материал оболочки, используя металлические детали. Детали крепятся к бетону клинообразными анкерами.

Прикрепите оболочку болтами, применяя металлические клипсы для регулирования анкерных болтов в бетоне.

Фундамент дома в виде гусеницы.

Распределение оболочки и установка воздушного шлюза.

Размещение всего необходимого оборудования внутри оболочки.

Не устанавливайте оболочки при сильном ветре.

Оболочка купола изнутри здания в виде гусеницы.

Нагнетание воздуха в оболочку.

Присоединение воздушного шлюза к куполу.

Что собой представляет воздушный шлюз.

Какой вентилятор использовать для нагнетания воздуха.

Программа 3, стр.2

Манометр

Давление

Достаточно мощный вентилятор, чтобы не избежать утечки воздуха.

Вентилятор с лопастями с обратным наклоном.

После того, как опалубка надута, поступление воздуха прекращается. Вентилятор поддерживает необходимое давление.

Распыляя пену и заделывая негерметичные места, тщательно следите за давлением.

Не повредите оболочку.

Вставьте шланги, электрические приборы и т.д. через отверстие входного шлюза.

Отверстия во входном шлюзе позволяют вам пройти через арматуру и деревянные детали внутри конструкции.

Вентиляторы снабжены шиберной заслонкой, чтобы регулировать поток воздуха. И снова не забывайте о давлении.

Фотографии

Шиберные заслонки.

Различные вентиляторы и двигатели.

Как присоединять оболочку к входному шлюзу.

Как присоединить шланг входной шлюз. Должен быть зазор.

Шиберная заслонка. Убедитесь, что она правильно зафиксирована.

Видео для персонала из Ирака.

Входной шлюз.

Манометр.

Растягивание иракской оболочки.

Прикрепление оболочки болтами к фундаменту с использованием в пазу 4 металлических фиксаторов и $\frac{3}{4}$ дюймовых (1,9 см) арматурных стержней.

Программа обучения 4

Автор Randy South

Растягивание иракской оболочки в Джорджии.

Надувание оболочки.

Прикрепление входного шлюза к шлангу.

Покрытие пола пластиком.

Заполнение и проверка манометра.

Укрытие арматуры изнутри (защита от пены).

Распыление пены.

Монтаж оконной рамы.

Детали прикрепления оболочки болтами к фундаменту.

Детали укрытия арматуры.

Нанесение слоя пены толщиной 3 дюйма (7,62 см).

Провести герметизацию основания. (Следите за давлением воздуха).

Тщательно нанести пену.

- 1) Не нарушать соотношение
- 2) Не допускать складок в тонких слоях.
- 3) Не допускайте разбрызгивания воды или водяного пара.

Волшебство изоляции (полиуретан).

Как начинать строительство купольных зданий.

Почему полиуретан горит внутри здания.

Солнце обжигает полиуретан – оставьте сверху оболочку, покрасьте или покройте черепицей.

Мы рекомендуем 22 унции (651 мл) или 28 унций (828 мл) винила.

Материал воздухоопорной опалубки.

Что влияет на внешнюю и внутреннюю стороны оболочки.

Растяжение материала оболочки.

Зачем оставлять оболочку на здании.

Оболочки обладают долговечностью.

Важно, чтобы пена распылялась (по правилам).

Обеспечьте хорошую работу оборудования.

Обработайте бортик основания пеной.

Наносите тонкие слои пены.

Иракский персонал размещает стикеры.

Стикеры могут быть с измерительным стержнем (второй метод).

Прикрепление арматуры к стикерам (горизонтальных стержней).

Затем прикрепление вертикальных стержней (к горизонтальным).

Соединения внахлестку (увеличивают длину в 1,7 раза).

Надо только необходимое количество инструментов.

Используйте газовый резак с осторожностью.

Как связывать специальными узлами.

Везде сначала устанавливайте сначала горизонтальные стержни (кроме основания). В основании сначала установите вертикальные стержни.

Как разобраться в схеме расстановки арматуры.

Между пеной и арматурой - расстояние толщиной с палец.

Тщательно соедините арматуру в области пересечения стержней.

Вулканизация – инструменты.

Присоедините трубку прямо к стержню (если необходимо).

Нанесение бетона.

Распыляйте под правильным углом.

Наносите бетон на купол (другая концепция).

Наносите бетон слоями (почему это работает).

Обработайте стыки смесью (9 sacks -9 мешков).

Нанесите слой сначала на основание.

Соблюдайте правильный угол нанесения и расстояние.

Учитывайте скорость нанесения бетона.

Вернемся в демонстрации купола. Используйте достаточное количество воздуха. 185 кубических футов в минуту.

Торкретирование.

При торкретировании используйте ход снизу – вверх и наоборот.

Защитные средства.

Защита от возгорания.

Программа 4, стр. 2.

Приготовьте хорошую смесь бетона до нанесения его на стену.

Держите насадку низко и близко к поверхности.

Сначала сделайте фундамент.

Бетон наносится на арматуру со всех сторон.

Проверяйте толщину слоя.

Наносите следующий слой.

Защитные средства (каска и маски).

После каждого слоя очищайте рамы дверей и т.д.

Восстановление.

Первоначальное нанесение бетона на фундамент толстым слоем.

Учитывайте расстояние, скорость и угол нанесения бетона. Фотографии куполов в процессе строительства.

Связывайте арматуру так, чтобы экономить время. Резка и фиксация арматуры.

Купола могут иметь большие проемы.

Купола в Ираке и другие фотографии.

