



Современные технологии
строительства бетонных полов

ОСНОВА ОСНОВ

В промышленных и складских зданиях надежный, долговечный пол особенно актуален и играет важную роль в деятельности предприятия. Серьезные повреждения поверхности могут привести к замедлению темпов или даже полной остановке производства, а значит – к ощутимым финансовым потерям. Каковы же основные правила проектирования, какие технологии и оборудование сегодня применяют для устройства бетонных полов?

Промышленные полы испытывают воздействия, зависящие, в первую очередь, от назначения помещений и специфики тех или иных производственных процессов: абразивные, статические и вибрационные нагрузки, тепловые удары, агрессивные среды, воздействие влаги, статическое электричество и др. Исходя из этого выработываются основные требования, которым должен отвечать промышленный пол: сопротивление механическим и физическим воздействиям, жесткость, гигиеничность, декоративность и др.

Проектирование промышленных полов осуществляется в зависимости от вида и интенсивности предполагаемых нагрузок и воздействий, свойств подстилающих грунтов, климатических условий строительства, а также с учетом специальных требований заказчика.

Бетонные полы

Использование бетона для строительства промышленных полов является наилучшим технологическим решением на сегодняшний день. Простой дешевый бетонный пол в современном понимании – это ровная и беспыльная поверхность, спроектированная с учетом различных нагрузок и специальных требований заказчика. Бетонные полы устраивают в цехах заводов и фабрик, складских помещениях, механических и инструментальных мастерских, развлекательных центрах, торговых и выставочных залах, на автостоянках, вокзалах...

Не вдаваясь в подробности, условно можно разделить бетонные полы на просто бетонные и бетонные, армированные сеткой или фиброй.

Первый вариант в чистом виде встречается редко. Что же тогда называют бетонным полом? Чаще всего имеют в виду совокупность самой

КАЛЕЙДОСКОП ПОКРЫТИЙ

КОММЕРЧЕСКО-КОНТРАКТНЫЕ

бетонной основы с нанесенным финишным покрытием (слоем), т. е. предполагается некая центральная несущая конструкция, к которой добавляются слои, повышающие износостойкость плиты, ее прочность и т. п. Вопрос в том, какое покрытие наносить под какие нагрузки.

Бетонные полы – практически незаменимы при устройстве высоконагруженных промышленных полов, т. к. обладают такими безусловными преимуществами, как надежность, высокая износостойкость, дешевизна и распространенность сырья и др. Однако у бетонных полов есть и свои минусы, связанные с низкой прочностью бетона на растяжение и его пористостью. Впрочем, при грамотном проектировании и с помощью новейших технологий современные специалисты успешно с этим борются.

Каким должен быть бетонный пол и как этого добиться?

Основными эксплуатационными показателями бетонных полов являются конструктивная и поверхностная прочность, ровность, износостойкость, в большинстве случаев – химическая стойкость. В зависимости от технического задания существует ряд дополнительных требований, таких как антистатичность, искробезопасность, гигиеничность и др. Одним из существенных недостатков бетонного пола является его низкая износостойкость и повышенное пылеотделение при абразивных нагрузках.

В процессе созревания бетон дает очень мощную усадку, что ведет к серьезным деформациям и появлению трещин. Трещины – основной «бич» бетонных полов. На 100% от этого уйти нельзя. Однако существуют различные методы борьбы с этой проблемой.

Основной способ – нарезка швов в бетонных полах, так называемое принудительное трещинообразование. По сути, швы – это «правильные» трещины, которые нарезаются в строго определенных местах.

Большинство машин для нарезки швов можно использовать лишь на вторые сутки после заливки бетона, но есть и такие машины, которые режут по «зеленому» бетону, – они были специально разработаны для решения этой проблемы. Дело в том, что швы рекомендуется нарезать в первые 18-24 часа после укладки бетона. Места пропила можно дополнительно армировать, чтобы обес-

печить передачу нагрузки с одной псевдоплиты на соседнюю.

Другой способ борьбы с трещинами – добавление фибры. Фибра производит армирование, которое сокращает образование поверхностных трещин и повышает износостойкость основания. Трещины формируются в первые 24 часа после того, как бетон был уложен, т. е. на этапе усадки. Этого можно избежать с помощью добавления волокна в бетонную или растворную смесь. Полипропиленовое волокно значительно снижает образование трещин при пластической усадке и может рассматриваться как экономичная альтернатива контролирующей образование трещин стальной сетке. Тем не менее в качестве 100%-ной замены конструктивной стальной арматуры полипропиленовое волокно использоваться не может.

Все чаще при устройстве полов складских помещений применяют сталефибробетон, т. е. бетон, армированный отрезками стальных волокон (фибрами). Сталефибробетон является разновидностью дисперсно-армированного железобетона и состоит из мелкозернистого или тяжелого бетона (бетона-матрицы), в котором в качестве арматуры используются стальные фибры с приведенным диаметром от 0,3 до 1,2 мм и соотношением длины к диаметру от 50 до 125, которые

Бетонные полы устраивают в цехах заводов и фабрик, складских помещениях, механических и инструментальных мастерских, развлекательных центрах, торговых и выставочных залах, на автостоянках, вокзалах...

Справка

Сталефибробетон – бетон, дисперсно-армированный стальными волокнами, т. е. фиброй, которая позволяет получить новый композиционный материал, значительно отличающийся по своим физико-механическим характеристикам от бетона-матрицы.

Топпинги (упрочнители) представляют собой смесь специальных цементах, фракционно распределенных высокопрочных наполнителей (кварц, металлическая стружка или корунд), пигментов, придающих топпингам цвет, и химических добавок.

Кьюринг – полимерный состав на водной основе, поверхностный закрепитель, наносимый на свежий бетон. Применяется для оптимального набора прочности и защиты бетонной поверхности.



Слева направо:
вибропластина
Magic Screed;
ударная трам-
бовка.

равномерно распределены по объему бетона. Стальная фибра улучшает характеристики бетона после набора бетоном прочности – выполняет силовые функции. Применение сталефибробетона позволяет ограничить, а в ряде случаев полностью исключить традиционное стержневое армирование конструкций.

Есть еще один способ, предложенный в свое время компанией Tremix (Швеция).

В 1918 году американский ученый Абрамс обнаружил и объяснил прямую зависимость между прочностью бетона и соотношением вода-цемент в бетонной смеси. Он доказал, что снижение водоцементного отношения улучшает эксплуатационные характеристики бетона. Другой американец – К. Р. Билнер, в 1935 году изобрел процесс обезвоживания бетонной смеси с помощью вакуума.

Позже метод вакуумирования начал использоваться и развиваться специалистами шведской компании Tremix. Понижение водоцементного отношения в укладываемой подвижной и пластичной бетонной смеси до оптимального уровня достигается путем применения комплекта оборудования для вакуумирования бетона (например, вакуум-насос P4001 со шлангами, вакуум-мат и фильтрующий материал). В результате вакуумирования бетонной смеси водоцементное соотношение уменьшается на 10-25%, что обеспечивает значительное улучшение основных характеристик бетона.

Устройство бетонных полов

Бетонный пол можно сделать практически при любой несущей способности основания – это вопрос цены и опыта специалистов-проектировщиков. Все технические проблемы решаются с помощью грамотных расчетов и современных технологий.

В качестве примера приведем технологическую схему по производству промышленных полов, которую применяет одна из московских компаний.



БЕТОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



1. Подготовка к укладке бетона. Последнее время компании все чаще стали использовать специальный материал UltraFiber-500. Он добавляется в бетон до укладки с расходом 0,68 кг/м³. Его назначение – предотвратить появление трещин в готовом бетоне. Рекомендуется использовать этот материал во всех случаях. Тем не менее необходимо четко себе представлять, что это не замена конструкционного армирования.

2. Непосредственно укладка бетона. Рекомендуется использование виброрейки без направляющих. Это оборудование позволяет быстро уложить бетон практически в нужную отметку и уплотнить его. При этом при толщине бетонной плиты до 120 мм нет необходимости в дополнительном виброуплотнении.

3. После укладки бетона в условиях жаркой погоды, сквозняков или значительных площадей поверхность обрабатывают составом E-Соп, который сводит к минимуму испарение воды и контролирует состояние поверхности плиты, помогая выполнению графика отделочных работ. Он эффективен как средство, сводящее к минимуму условия быстрого высыхания, являющиеся следствием воздействия высоких температур, низкой влажности, сильного ветра и прямых солнечных лучей.

Состав служит для предотвращения преждевременной потери влаги с поверхности бетона. Это позволяет поддерживать бетон в пластичном состоянии до 3-5 часов. Состав представляет собой концентрат, который перед употреблением разводят водой в пропорции 1:14.

4. Дополнительное выравнивание специальными гладилками на длинной ручке.

5. Поверхность обрабатывают при помощи затирочных машин. Полная схема обработки включает в себя последовательное использование затирочных дисков, комбинированных финишных лопастей. Если говорить об использовании однороторных затирочных

КАЛЕЙДОСКОП ПОКРЫТИЙ



Параметры, которым должен соответствовать качественный безусадочный раствор



машин, то желательно иметь их, по меньшей мере, две: одну для дисков, другую – для лопастей.

6. После полной обработки поверхности нужно создать благоприятные условия для созревания – сохранить влагу в толще бетона. Для этих целей используется состав L & M Cure или подобные. Этот состав представляет собой акриловую смесь на водной основе. Формируя защитную мембрану, состав препятствует преждевременному выходу влаги из бетона. Расход – 100-130 г/м².

Возможно использование и других материалов. Обычно это составы, которые формируют защитную мембрану на поверхности, но нужно помнить, что использование таких материалов не позволяет наносить поверх них другие покрытия.

Обычно на этом этапе производят нарезку деформационных швов. Для этого используют специальные нарезчики с алмазными дисками. Как правило, швы нарезают по сетке 6х6м.

7. На последнем этапе поверхность покрывают упрочняющим составом Seal Hard или иным. Этот состав наносят спустя минимум семь дней. Использование состава позволяет упрочнить бетонную поверхность и обеспылить ее с гарантией минимум на 5 лет.

Seal Hard вступает в реакцию со свободной известью и образует цементирующий гель, близкий к натуральному, полученному в результате гидротационного процесса. Этот гель закупоривает поры и не дает проникать в бетон различным разрушающим средам. В результате – прочная, износостойкая поверхность. Со временем она будет иметь привлекательный блеск, даже следы от резиновых шин ей не страшны. Полы, обработанные Seal Hard, обеспечивают существенную экономию средств по уходу в сравнении с обычными акриловыми, эпоксидными и уретановыми защитными покрытиями. Расход – 200-250 г/м².

Итак, бетонный пол должен быть правильно спроектирован. Основные задачи при этом – обеспечить несущую способность пола, избежать трещинообразования, насколько возможно снизить количество швов, обеспечить совместную работу нарезанных заранее плит. Только так можно сделать действительно прочный, долговечный бетонный пол.

В целом бетонный пол рассматривается как несущая конструкция, и при его проектировании должны учитываться все показатели нижележащего основания (щебеночная или песчаная отсыпка, материковый грунт, грунт с низкими несущими показателями), а также факторы внешнего воздействия на плиту (какие статические, динамические нагрузки будут сосредоточены на объекте и как они будут распределены). От совокупности всех этих показателей зависит техническое решение самой плиты.

Как уже говорилось выше, в чистом виде бетонные полы практически не применяются, т. к. прежде всего разрушению подвержен верхний слой плиты. Для того чтобы бетонный пол обладал высокими эксплуатационными характеристиками, специалисты используют различные технологические приемы поверхностного упрочнения.

Buckeye UltraFiber-500
Buckeye UltraFiber-500 – это специализированный продукт на основе естественно образующихся целлюлозных полимеров, которые, как известно, имеют высокую молекулярную массу и широкий диапазон физических и химических свойств.

- | | |
|--|---|
| <p>Основные причины возникновения проблем бетонов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изменение объема 2. Отделка 3. Затвердевание 4. Неправильная опалубка 5. Неправильное выдерживание 6. Износ 7. Выветривание 8. Химическая коррозия 9. Условия окружающей среды 10. Состав смеси | <p>Основные проблемы бетона</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Образование трещин 2. Образование пыли 3. Расслаивание 4. Изменение цвета 5. Откалывание 6. Пустоты 7. Пузыри 8. Закручивание 9. Булавочные дырочки 10. Выпадения 11. Вспучивание 12. Сотовые раковины 13. Песочные прожилки 14. Шелушение |
|--|---|



Опорная плита, которую нужно заливать, должна быть свободной от жира, масел, цементного молока и мусора. Наилучшее сцепление достигается, когда верхняя поверхность бетона снимается до глубины 1/8-1/4 дюйма, обнажая большие количества заполнителя в прочном бетонном субстрате.

Финишный слой

Верхний слой бетонного пола берет на себя все «тяготы» эксплуатации. Если он недостаточно плотен и прочен, то вещества, проникающие в толщу бетона (вода, грязь, различная химия), вызывают его разрушение.

Бетон – прочный материал, но он разрушается под воздействием тех веществ, которые попадают внутрь и вступают с ним в химическую реакцию. В процессе созревания бетона образуются мелкие поры, через которые впоследствии внутрь попадает грязь, вода, различные химические вещества. В связи с этим верхний слой бетонного пола нуждается в упрочнении и защите.

По типам применяемых вариантов «финишного» слоя полы бывают двух основных типов: бетонные с упрочненным верхним слоем; бетонные с полимерным покрытием.

В последние годы, согласно новым требованиям и СНиПам, широкое распространение получила технология производства бетонного пола с упрочненным верхним слоем, так называемым топпингом (от англ. *top* – «вершина», «верхний»).

Сухие упрочнители или топпинги – наиболее распространенный на сегодня способ защиты бетонных полов и оптимальный вариант по соотношению цена-качество. Специально разработанная сухая смесь практически втирается в поверхностный слой свежесушеного бетона. Такие действия значительно повышают его технические характеристики (прочность на сжатие, ударостойкость, износостойкость), обеспечивают уменьшение количества пыли, улучшают внешний вид. Топпинги делятся на три основные категории и отличаются видом заполнителя (кварц, корунд, металлическая стружка). В Европе широкое распространение получил корундовый топпинг. Правда, использование такого топпинга приводит к удорожанию поверхности в среднем на 5 евро/м².

Известно, что бетон должен вызревать во влажных условиях, иначе плита не успеет набрать

прочность. Для того чтобы сохранить влагу в бетоне на период набора прочности, используются специальные составы – кьюринги.

Кьюринг защищает поверхность бетонных полов от проникновения воды, масел и прочих жидкостей, повышает прочность и стойкость к истиранию, предохраняет полы от загрязнения. При нанесении на свежесушенные бетонные полы состав образует на поверхности пленку, герметизируя поры и трещины. В результате герметизации твердеющего бетона замедляется слишком быстрое испарение влаги, снижается риск образования трещин, обеспечивается процесс оптимального набора прочности.

Кроме кьюрингов и топпингов применяются различные полимерные покрытия. Существует условное разделение полимерных покрытий по их составу (эпоксидные, полиуретановые, акриловые, метилметакрилатные), а также по толщине (окрасочные, наливные, высоконаполненные).

Полимерные промышленные и декоративные наливные полы могут удовлетворять самым жестким эксплуатационным и дизайнерским требованиям. Правда, следует учесть, что тонкослойный полимер – это временная мера. А настил толстого полимера приводит к значительному удорожанию поверхности в среднем на 20-30 \$/м². Кроме того, при использовании полимеров серьезные требования предъявляются к качеству основания.

К безусловным достоинствам полимерных покрытий можно отнести такие качества, как прочность на износ, декоративность, ударопрочность, легкость уборки, отсутствие пыли.

Список объектов, на которых используются полимерные покрытия, постоянно расширяется – это машиностроительные предприятия, склады, автосервисы, типографии, холодильные камеры, электронная промышленность, точное приборостроение, медицинские учреждения, мукомольные предприятия и др.

КАЛЕЙДОСКОП ПОКРЫТИЙ

КОММЕРЧЕСКО-КОНТРАКТНЫЕ

Оговоримся, что не стоит увлекаться и делать акцент лишь на материалах «финишного» слоя. Зачастую корень всех бед кроется в неверном инженерном подходе на этапе проектирования бетонного пола.

Перспективы

На данный момент в устройстве промышленных полов конкуренция по большому счету нет. Специалисты объясняют это тем, что рынок еще не заполнен, работы хватит на всех. Этому способствует активное строительство складов, торгово-развлекательных центров, подземных стоянок и т. п.

Ведущим игрокам, например «Бетонные технологии», Concrete Engineering, «ТопХаусБетон», «Промфлор», «ТемпСтройСистема», «Стрит», СМТ, рынок позволяет братья исключительно за крупные или знаковые объекты, 2-3 тыс. м² их не интересуют.

Требования, предъявляемые к промышленным полам, растут с каждым годом, развивается производство. Если раньше достаточно было просто разлить бетон и слегка выровнять его, то сегодня этого недостаточно. Заказчики научились считать и экономить деньги: некачественный бетонный пол требует особого ухода и впоследствии серьезных эксплуатационных затрат. Многие клиенты сегодня готовы платить большие деньги, чтобы получить высококачественный бетонный пол и, как говорится, «забыть» про него на долгие годы.

В целом рынок бетонных полов не достиг пока пика конкуренции. На сегодняшний день, по оценкам специалистов, это очень выгодное направление для строительных организаций.

Декоративная отделка бетонных полов – не менее перспективное направление, чем непосредственно строительство. Современные технологии позволяют отполировать бетонный пол до зеркальной поверхности или покрасить его. Декоративная отделка поверхности может достигать 80% от общей стоимости.

Не менее перспективным направлением является ремонт полов. С помощью современной техники можно отремонтировать поверхность, не останавливая производства. Следовательно, заказчик не понесет убытков, связанных с простаиванием оборудования.

Тем не менее есть несколько факторов, тормозящих развитие индустрии бетонных полов.

Первый фактор – экономия. Это один из наиболее сильных отрицательных факторов развивающегося российского рынка. Низкое качество применяемого товарного бетона не лучшим образом отражается на эксплуатационных характеристиках конечного продукта. Второй – отсутствие современной нормативной базы на проектирование и устройство бетонных полов. Третий – отсутствие опыта у большинства отечественных строительных компаний. Оценка грунта, грамотный расчет нагрузок, выполнение требований по ровности бетонного пола, четкое соблюдение технологии производства работ – все это зависит от квалификации специалистов и рабочих.

Несмотря на вышеперечисленные факторы, рынок развивается, причем активно. Сегодня есть реальная возможность сделать долговечный бетонный пол, прочный, без трещин, без выбоин, без пыли, экономичный и внешне привлекательный. Однако применение современных технологий ничего не даст, если будут допущены ошибки на этапе проектирования. Необходимо предвидеть и преодолевать недостатки – в этом и заключается ценность опыта. **F**

Наталья Уткина

Редакция благодарит компанию «Бетонные технологии» за помощь в подготовке материала

Выдерживание кромки подушки из раствора должны выдерживаться во влажном режиме в течение трех дней, после чего следует нанести смесь для выдерживания и уплотнения. Поддерживайте температуру раствора в течение первых 24-х часов между 50° и 90° F. Берегите от мороза в течение следующих 48 часов.

Как избежать микротрещин

Именно способность волокон UF-500 удерживать воду обеспечивает эффект плавной гидратации, который выражается в более однородном выдерживании.

Концепция заключается в том, что при начальных фазах гидратации вода удерживается внутри волокон UF-500. Затем, по мере развития процесса и уменьшения количества воды, движущая сила гидратации продолжает поддерживаться водой из волокон, таким образом улучшая эффективность выдерживания.

Специалисты утверждают, что такой процесс обеспечивает более быстрые и однородные показатели прочности во время ранней фазы выдерживания. И как результат – предотвращение образования микротрещин, уменьшение или полное отсутствие «слоистого» эффекта гидратации.