

## Особенности технологии изготовления фибробетонных бесшовных плит

*Доцент ГОУ СПбГПУ И.А. Войлоков\*,  
д.т.н., профессор, декан ИСФ ГОУ СПбГПУ А.И. Альхименко*

В настоящее время на нашем рынке появилось много новых материалов и технологий. Стали появляться и крупные иностранные компании, ведущие работы на принципиально новом технологическом уровне, используя передовую технику и разработки.

Резко выросли объемы промышленного строительства, что особенно хорошо видно на примере сектора ретейла и логистики. При таком строительстве немаловажное значение имеет устройство фундаментных плит и полов. Как правило, одна из основных статей расходов ложится именно на производство работ по подготовке основания и последующим бетонным работам.

Все вопросы, связанные с производством полов на территории СССР, регламентировались СНиП 2.03.13-88 [1], который был введен в действие в январе 1989 года.

До последнего момента данный нормативный документ являлся основным сводом правил, регламентирующим работы с промышленными полами. Хотя он несколько устарел и не совсем отвечает современным требованиям, именно благодаря ему мы можем последовательно выстроить технологическую схему выполнения работ по изготовлению промышленных полов, начиная от постановки задачи, а именно для чего они будут использоваться, в какой области промышленности, какие будут условия эксплуатации и нагрузки. Отсюда вытекает последовательность изготовления промышленного пола: разработка конструкции (типа и схемы армирования), выбор технологии изготовления, в частности рекомендации по выполнению самой работы, определение финишного слоя покрытия. Важно также обеспечить контроль качества на уже выполненных полах и плитах покрытия. Это условия ровности, плоскостности, отсутствия видимых дефектов (трещин, отслоений), способных привести к разрушению и плохой эксплуатации уже изготовленного покрытия.

Но будем последовательны и поэтапно перейдем к рассмотрению каждого пункта в отдельности.

### *Обоснование выбора инструкции пола*

Выбор конструктивного решения пола следует осуществлять исходя из финансовых возможностей заказчика и технико-экономической целесообразности принятого решения в конкретных условиях строительства с учетом обеспечения:

- надежности и долговечности принятой конструкции;
- оптимального расхода цемента, металла, дерева и других строительных материалов;
- наиболее полного использования физико-механических свойств примененных материалов;
- минимизации трудозатрат на устройство и эксплуатацию;
- максимальной механизации процесса устройства;
- широкого использования как местных, так и импортных строительных материалов;
- отсутствия влияния вредных свойств примененных в конструкции полов материалов;
- оптимальных гигиенических условий для людей;
- пожаро- и взрывобезопасности.

Проектирование полов следует осуществлять в зависимости от заданных воздействий на полы и специальных требований к ним, с учетом климатических условий строительства и пожеланий заказчика.

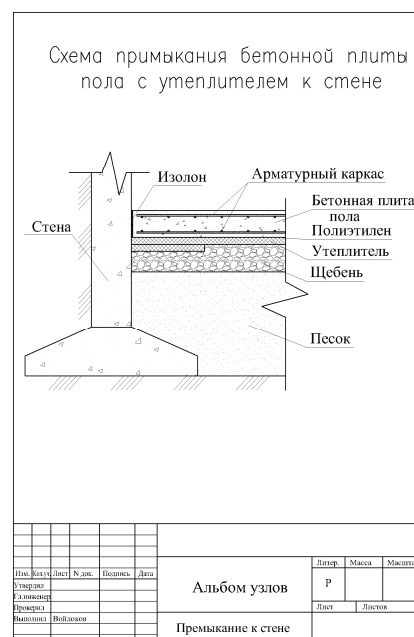
Градуировать интенсивность механических воздействий на полы можно по следующей шкале: весьма значительная, значительная, умеренная, слабая. Также можно градуировать и интенсивность воздействия жидкостей: малая, средняя и большая.

Материалы для химически стойких покрытий полов в помещениях с агрессивными средами следует принимать согласно требованиям СНиП 2.03.11-85 [2]. Существует ряд принципиально новых материалов, которые пока не регламентированы нашим законодательством, но с успехом применяются как на Западе, так и у нас.

### Подготовка основания

Правильно подготовленное основание – это залог правильной работы всей плиты пола в целом. Согласно СНиП торф, чернозем и другие растительные грунты в качестве оснований под промышленные полы не допускаются. В основном подготовка основания осуществляется по следующей схеме.

1. Производится срез верхнего слоя грунта и последующая выторфовка.
2. Далее укладывается первый подготовительный слой песка с послойной утрамбовкой по мере засыпки.
3. При помощи бульдозеров и виброкатков укладывается и расклиновывается щебень.
4. Между этапами послойной трамбовки возможна укладка геотекстиля, для улучшения физико-механических свойств основания под плиту.
5. На последнем этапе производятся работы по устройству гидроизоляции: она может быть выполнена как из мембраны, так и из традиционных материалов на битумной основе. Широкое распространение имеет полиэтиленовая пленка.



На всех этапах работы желательно вести контроль качества производства работ. Он может быть осуществлен как при помощи традиционных методов, так и при помощи современного автономного и высокопроизводительного оборудования.

Например, прибор LFG-K, производимый фирмой НМР (Германия). Он позволяет произвести динамическое испытание на сжатие плитой с помощью легкого устройства с падающим грузом, находит применение при выполнении земляных работ, а также при строительстве путей сообщения. Служит для определения несущей способности и уплотнения грунта, несвязанных несущих слоев и улучшенного грунта.

Данный метод испытания пригоден для крупнозернистых и разнозернистых грунтов с крупностью зерна до 63 мм. Он может применяться для определения динамического модуля деформации грунта. Оптимальный диапазон измерения лежит в пределах  $E_{vd} = 15... 70 \text{ МН/м}^2$ .

### Выбор типа армирования пола

Если предметно остановиться на вопросе выбора типа армирования плиты пола, то на данном этапе выделим три вида:

- традиционное армирование стрежневой арматурой;
- армирование при помощи стального фиброволокна;
- армирование при помощи преднапряженных стальных прядей.

Классическое армирование имеет много сторонников, так как разработана достаточно большая расчетно-нормативная база. Со стороны заказчиков и проектировщиков есть определенное недоверие к новым методам.

Тем не менее, применение фибры постепенно находит себе применение, причем широко используется не только стальная, но базальтовая и стеклянная фибра.

Работы с фиброй велись в нашей стране достаточно давно, еще на рубеже 50-х-60-х годов. Научная и производственная база была заложена в Ленинграде (ЛенЗНИИЭП). Ввиду нехватки технологического оснащения и в угоду крупным производителям металлоемкой арматуры работы по продвижению данной технологии велись исключительно рядом энтузиастов, и в основном фибровое армирование использовалось при изготовлении банковских хранилищ.

Но благодаря нашим передовым предприятиям проблема с пропагандой и внедрением фибры постепенно решается.

На основе испытаний фибр разработаны Руководящие технические материалы (РТМ 17-03-2005) [3], позволяющие в каждом конкретном случае подобрать оптимальный состав сталефибробетонной смеси.

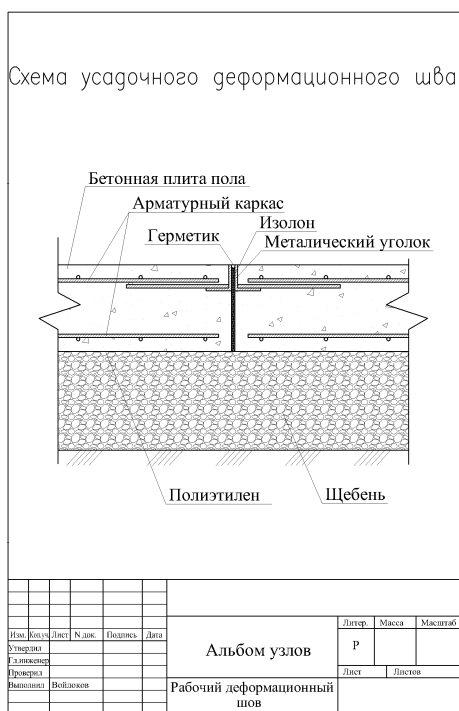
Компании, использующие стальную фибру, всегда могут получить оперативную консультацию по любым вопросам, связанным с особенностями ее применения.

На российском рынке сейчас представлены три производителя: ЗАО «Северсталь-метиз» (г.Череповец), ЗАО «Курганстальмост» (г. Курган) и НПО «Магнитогорск Фибра-Строй» (г. Магнитогорск). На базе данных предприятий также разработаны РТМ и рекомендации к использованию в качестве армирующего материала, эти работы выполнены совместно с НИИЖБ (г. Москва). Вся производимая в России фибра прошла сертификацию в Росстрое и рекомендована для внесения в СНиПы.

Армирование при помощи предварительно напряженных стальных прядей имеет давнюю историю. Данный тип армирования достаточно распространен в мостостроении. Основным поставщиком технологий в данном сегменте является ООО «СТС» (г. Москва). Раньше из-за отсутствия технологий при помощи прядей ограничивались армированием бетона в заводских условиях. Теперь этот метод широко применяется и в производстве полов. Благодаря тому, что у нас было разработано и успешно испытано отечественное оборудование для предварительного напряжения прядей, мы получили возможность оптимизировать толщину плиты, сократив тем самым объем кубатуры бетона.

### Технология укладки

Фактически все этапы производства работ по бетонированию можно подчинить одной унифицированной схеме. Данную схему применяют все ведущие производители полов, такие как «Топ Хаус Бетон», Floor Service Russia, «Полимертехнология». При разных типах покрытия в ней могут отсутствовать те или иные этапы.



1. **Подготовка контура и установка опалубки.** Для того чтобы приступить к заливке, нужно подготовить контур (если здание уже существующее) и выставить опалубку для последующей приемки и укладки бетона. По периметру стен и колонн, как правило, требуется закрепить материал типа «изолон», толщиной от 5 до 10мм. Он будет работать как компенсатор. Толщина регламентируется несколькими условиями. В частности, размером самой бесшовной плиты, так как насколько она будет расширяться, настолько и потребуется компенсировать ее расширения и сжатия.

На нашем рынке присутствует достаточно много производителей различных систем опалубки. Как правило, это системы, состоящие из фрезерованного уголка с закрепленной на нем полоской металла. На уголок и на полосу приваривают специальные пластины или арматурные штыри, они будут анкериться в теле бетона. Также через сквозные отверстия в уголке вставляется гладкая металлическая арматура, которая защищается пластиковой трубой, в дальнейшем за счет данной арматуры не будет происходить взаимоподъем плит и расхождение швов, а пластиковая трубка позволит арматуре свободно скользить в двух независимых плитах. Крепление данной полосы осуществляется при помощи пластиковых болтов. Это требуется для того, чтобы можно было притереться одной плитой к другой. Впоследствии при работе двух плит она разрушится, дав возможность плитам расширяться и сжиматься в зависимости от температурных условий.

2. **Приемка и укладка бетона.** Для этого вида работ рекомендуется использовать высокотехнологичное оборудование производства фирмы Somero (США). Это самоходные устройства типа CooperHead и PowerRake. Данная технология базируется на применении стационарных лазерных излучателей, которые устанавливаются в зоне проведения работ, и приемников, с помощью которых производится выравнивание поверхности бетона относительно излучателей. Доставка и подача осуществляется при помощи бетоносмесителей и бетононасосов. После укладки производится вибрирование бетонной смеси с последующим выравниванием. Лазерная технология укладки позволяет производить разнонаправленное вибрирование, намного эффективнее уплотняющее бетонную смесь, а, следовательно, сводящее к нулю образование скрытых пустот в теле бетона. При работе по направляющим вибрирование уложенного бетона осуществляется только вдоль установленных направляющих, при этом вероятность образования скрытых пустот очень высока. Эксплуатация пола с пустотами приводит к разрушению поверхности бетона вдоль направляющих с последующим перерастанием в гарантированные ямы.

Более удобно и практично производить работы по так называемым плавающим маякам. С шагом в 1 м на поверхности бетона делаются «пятаки», на которых выставляется рейка с приемником. Данные отметки на поверхности бетона и служат местом для установки приемника, по отметкам которого осуществляется

выравнивание бетонной смеси. При этом возможности укладки ограничиваются только технологическими возможностями производителя работ.

3. **Затирка поверхности.** Через 3-6 часов в зависимости от температуры и влажности окружающей среды приступают к первоначальной механизированной затирке поверхности при помощи бетоноотделочных машин. Широко используется оборудование Kreber (Германия), Barrikell (Италия), Bartell (Канада), Whiteman и Allien (США).

4. **Устройство верхнего слоя (покрытия).** Вне зависимости от того, какое покрытие мы будем использовать – сухой порошкообразный упрочнитель бетона или полимер – данный этап работ останется в любом случае. Иногда он может быть незначительно изменен.

При использовании сухого упрочнителя по технологии он рассыпается в количестве 5 кг/м<sup>2</sup> на поверхность свежеложенного бетона непосредственно после первоначальной затирки бетонной поверхности. Использование тележки для нанесения упрочнителя позволяет наиболее точно рассчитать количество рассыпаемого упрочнителя, а также контролировать его на каждом из этапов нанесения. На первом этапе наносится 2/3 от общего количества упрочнителя, а в втором оставшаяся треть. После первого нанесения необходимо выждать время для того, чтобы упрочнитель полностью насытился влагой, поступающей из бетона. После этого приступают к машинной затирке поверхности бетона с использованием одно- и двухроторных бетоноотделочных машин на дисках. После нанесения оставшейся части материала затирку продолжают с помощью дисков, а по мере затвердевания бетона переходят на лопасти, при этом постоянно увеличивая угол наклона лопастей и скорость вращения роторов.

В случае с полимерным покрытием действия по внесению упрочнителя отсутствуют, и бетон обрабатывается только дисками.

5. **Нанесение уплотнительного силера.** Готовый пол необходимо обработать силером, который повышает стойкость к нефтепродуктам, понижает естественное водопоглощение бетона и уменьшает выделение пыли. Уплотнительный силер наносится с помощью валиков, либо с применением специальных пушек Stihl. Опять же, в случае с полимерным покрытием действий по нанесению силера нет.

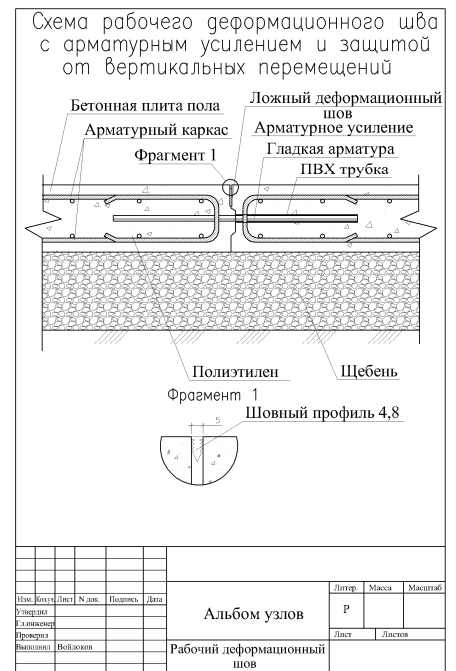
6. **Устройство усадочных швов.** Нарезка усадочных швов производится с использованием шов-резчиков с мокрым резом на величину от 1/4 до 1/3 толщины бетонной плиты пола для того, чтобы избежать появления хаотичных усадочных трещин. Сетка швов зависит от толщины бетонной плиты и геометрии помещения, шага колонн, поэтому определяется расчетным образом в каждом конкретном случае. Для предотвращения скалывания краев усадочных швов, а также придания готовому полу законченного эстетичного вида производится заполнение усадочных швов полиуретановым герметиком или пластиковым шнуром.

Данная схема применима для всех типов бетонных полов, производимых с помощью любого армирования. Как было отмечено ранее, просто некоторые виды работ будут либо включены, либо удалены из технологического процесса. В частности, в случае с полимерными полами требуется подготовить поверхность при помощи дробеструйного оборудования или подвергнуть ее шлифовке. Это необходимо для удаления цементного молочка и обнажения внутренней структуры бетона, что позволяет повысить адгезию бетонного основания пола для последующего проникновения грунта в тело бетона.

### Выбор типа покрытия

Теперь мы можем классифицировать все типы покрытий бетонных полов, которые на данном этапе применяются на наших строительных площадках, этот выбор совершенно не зависит от вида армирования:

- Простые бетонные полы, в качестве основания для монтажа керамической плитки.
- Бетонные полы, упрочненные при помощи сухих упрочнителей. Основными производителями являются Masterbuilders, торговая марка Master Top (Бельгия), Mapei (Италия), Durocem (Италия). Также существует отечественный упрочнитель под торговой маркой Level, выпускаемый компанией Топ Хаус Бетон.
- Бетонные полы, упрочненные при помощи жидких упрочнителей. Основной производитель – компания Ashford Formula. Данный вид полов широко распространен в США, но в последнее время начал применяться и в России.



- Бетонные полы с различными видами полимерных покрытий:
  - эпоксидные;
  - полиуретановые;
  - антистатические;
  - латексные.

Здесь уже спектр производителей достаточно широк. Это Tikkurila (Финляндия), DuPont (Франция), Romex (Германия). Отечественные производители тоже не стоят в стороне: Гамма, Пальмира, Левел, Поликом Про. Количество производителей растет, и хочется верить, что соотношение цена-качество в отечественных материалах будут максимально приближена к мировым стандартам.

### *Проверка ровности покрытия*

Заказчику достаточно просто проверить состояние пола на предмет отсутствия трещин и беспыльности, для этого не требуется использование специальных приборов и методик. Гораздо сложнее оценить ровность полов, поскольку в СНиПах и других нормативных документах отсутствуют четкие требования к ровности полов для складских комплексов и производственных помещений, а подробные методики измерения этого показателя не регламентированы.

При использовании штабелеров с высотой подъема груза выше 8 м ровность полов становится определяющим фактором производительности и безопасности эксплуатации складских комплексов. Поставщики современного подъемно-транспортного оборудования одним из условий предоставления фирменной гарантии на механизмы ставят соответствие ровности полов определенным стандартам (как правило, зарубежным).

Наиболее распространенный метод измерения ровности полов – с помощью измерительной (контрольной) рейки. Он заключается в измерении просвета между поверхностью пола и двухметровой или трехметровой рейкой, уложенной в произвольном направлении. При этом за ровность принимается максимальное значение измеренного просвета.

Такая методика пригодна только для предварительной оценки качества пола, но никоим образом не может быть использована для полов с повышенной ровностью (т.н. сверхплоских покрытий). Значения просветов между полом и контрольной рейкой, полученные при замерах двумя разными людьми, могут отличаться вдвое. А воспроизвести результаты измерения одного и того же участка покрытия практически невозможно. Такое положение часто приводит к конфликтам между заказчиком и подрядной организацией – исполнителем работ по устройству полов, каждый из которых старается произвести измерения наиболее удобных для своей стороны участков пола.

Еще один недостаток указанного метода измерения состоит в том, что регламентируется только максимальный просвет между полом и рейкой, но никак не оговаривается количество таких просветов. Поэтому пол с профилем стиральной доски с высотой волн 3 мм будет считаться ровным, хотя совершенно непригоден для эксплуатации.

Для заказчика особенно важно контролировать ровность участка пола сразу же после его укладки, чтобы вовремя предпринять меры по улучшению качества выполнения работ подрядчиком или даже приостановить работы.

Для измерения ровности рекомендуется использовать прибор компании Allen Face (США) – F-meter, который выдает показатели FF и FL непосредственно после измерений. Точность измерений составляет 0,03 мм. Производительность измерений – до 5000 м<sup>2</sup> в день.

#### **Литература**

1. СНиП 2.03.13-88 «Полы».
2. СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».
3. Руководящие технические материалы РТМ-17-02-2003 по проектированию и изготовлению сталефибробетонных конструкций на фибре, резаной из листа.
4. СП 52-104-2006 «Сталефибробетонные конструкции».
5. Войлоков И.А., Горшков А.С. Промышленные полы в паркингах и на автостоянках // СтройПРОФИль №4(66) 2008

*\* Илья Анатольевич Войлоков, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет*

*Тел. Моб. +7(921)944-52-99, эл. почта [ilya@voilokov.ru](mailto:ilya@voilokov.ru)*