



# О некоторых ошибках при проектировании и устройстве бетонных полов в зданиях производственно-складского назначения



**Объемы строительства зданий производственно-складского назначения на сегодняшний день весьма велики. Так же велики и объемы возводимых промышленных полов в этих зданиях – речь идет о миллионах квадратных метрах в год**

**ТЕКСТ** **А. Горб,**  
*директор ЗАО «СК Конкрет Инжиниринг»,*  
**И. Войлоков,**  
*доцент кафедры ТОЭС ГОУ СПб ГПУ*

Стремление инвесторов использовать возводимые площади с максимальной эффективностью привело к развитию соответствующих технологий производства и логистики, позволяющих обеспечить наиболее эффективное использование площадей возводимых объектов. Вместе с тем значительно возросли нагрузки на полы и повысились технические требования к ним. Условия, в которых эксплуатируются полы, весьма разнообразны: они определяются нагрузками и воздействиями, характерными для данного типа промышленного здания или сооружения. Среди многообразия нагрузок и воздействий следует выделить вибрационные, абразивные, статические, динамические и химические нагрузки, а также температурные воздействия. Особо необходимо отметить достаточно высокие значения удельных давлений от опорных частей стационарного технологического оборудования и колес тяжелого подъемно-транспортного оборудования (ПТО), эксплуатирующегося с высокой степенью интенсивности. Кроме этого при строительстве низкотемпера-

турных складов-холодильников необходимо учитывать воздействия низких температур в сочетании с высокими значениями механических нагрузок и воздействий. Особенностью проектирования и строительства полов на таких объектах являются повышенные требования, предъявляемые к эксплуатационной надежности полов ввиду отсутствия реальных технических возможностей выведения их из эксплуатации для выполнения ремонта, недопустимости создания аварийных ситуаций при использовании ПТО, а также отсутствия экономичных и высокоскоростных технологий восстановительного ремонта.

Произведенные обследования эксплуатируемых объектов показали, что при всех предпринимаемых со стороны строителей и проектировщиков усилиях в процессе эксплуатации пола возникают различные дефекты, основными из которых являются разрушение кромок швов, отслоение поверхностного слоя, невозможность достижения требуемой ровности, разрушение поверхности от воздействия химических реагентов, повышенная истираемость и

пылеотделение, а также трещины – как сквозные (структурные), вызывающие недопустимые вертикальные деформации и изменение расчетной схемы несущей плиты, так и поверхностные, незначительно влияющие на эксплуатационные характеристики пола в целом.

Объем материала, который необходим для освещения данной темы, весьма значителен. К сожалению, рамки одной статьи не позволяют представить детальные, учитывающие все аспекты этой проблемы рекомендации, выполнение которых повышает долговечность полов, так как многие параметры носят случайный характер, и их описание возможно только с использованием достаточно громоздких вероятностных методов. Мы остановимся лишь на наиболее значимых и концептуальных аспектах, поскольку их знание заставит многих более уважительно и осторожно относиться к мнениям и подходам, которые упрощают проектирование и устройство промышленных полов.

Рассмотрим перечень основных важных критериев, не учитываемых по незнанию или пренебреже-

нию на всех этапах проектирования и строительства.

Ряд дефектов пола является результатом ошибочных решений, возникающих на разных этапах создания промышленного пола, а также выбора ошибочных путей экономии, что также будет рассмотрено ниже.

Перечень освещаемых в данной статье типичных ошибок при проектировании, строительстве и эксплуатации полов выглядит следующим образом:

- Ошибки на стадии составления технического задания
- Ошибки на стадии технического обследования существующего основания
- Недостатки существующей нормативной базы, влияющие на качество проектных решений
- Ошибки на стадии проектирования
- Ошибки на стадии строительства
- Ошибки на стадии эксплуатации

*Ошибки на стадии составления технического задания на проектирование:*

- предоставление проектировщику недостоверных или некорректных данных об эксплуатационных нагрузках и воздействиях;
- отсутствие учета перспективной возможности возрастания нагрузок, а также возможности подъема уровня грунтовых вод (аварийное из водопроводных систем и паводковое подтапливание), которое приводит к снижению несущей способности подстилающего грунтового основания;
- формальный подход при проведении обследования подстилающих грунтов (отсутствие достоверных данных по перечню безусловно необходимых расчетных величин);
- отсутствие учета температурно-влажностных условий конкретной строительной площадки на момент производства работ по устройству полов.

*Ошибки на стадии обследования существующего основания:*

- обследование основания только одним недостаточно информативным штамповым методом вместо проведения более полноценных

изысканий (определения физико-механических характеристик грунта методами, учитывающими реальные условия при его эксплуатации, то есть сжатие грунта без возможности бокового расширения);

- ошибки в определении предполагаемой на моменты строительства и эксплуатации степени водонасыщения грунтов, вызывающие значительное ухудшение прочностных и деформативных свойств некоторых грунтов с ее ростом. Также необходимо учитывать изменения гидрогеологических условий площадки при исключении возможности естественной миграции грунтовой воды перекрытием и изолированием больших площадей;
- формальный подход к определению прочностных характеристик существующих грунтового и бетонного оснований при реконструкции уже имеющихся полов (устройство новых бетонных слоев).

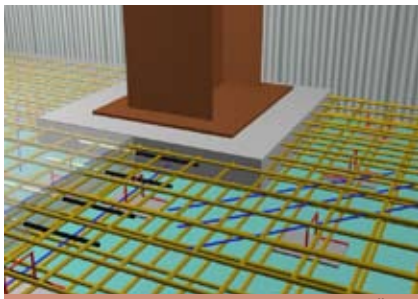
*Недостатки существующей нормативной базы, влияющие на качество проектных решений:*

- нормативные указания по расчету полов не содержат следующих важных решений:
  - по правилам применения армирующих прослоек грунтового основания;
  - по особенностям строительства на слабых грунтах;
  - по учету консолидации грунтов нагруженного основания;
  - по расчету грунтов по 2-му предельному состоянию – по сдвигу и начальной критической нагрузке (в том числе для случаев неполного контакта плиты с основанием и при расчете на действие ПТО – с учетом возникновения ядра жесткости);
  - по учету жесткости плиты пола и характера нагрузки (размер следа контакта нагрузки с полом) при назначении коэффициентов постели;
- отсутствуют методики расчета напряжений в плите пола в краевых зонах;
- отсутствуют указания по допустимой ширине раскрытия трещин с учетом наличия упругого основания;
- отсутствует методика учета

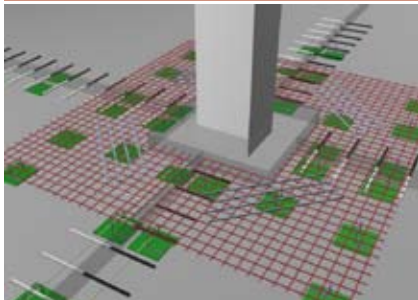
влияния повторных многократных динамических воздействий от перемещения ПТО, которые приводят к накоплению усталостных напряжений в бетоне и появлению остаточных прогибов в основании.

*Ошибки на стадии проектирования:*

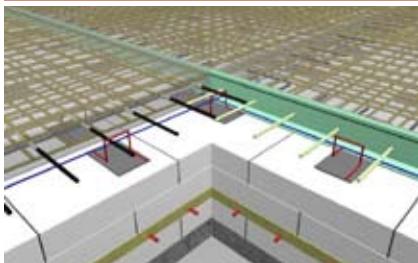
- необоснованные попытки применять при расчете полов модели и методы, предназначенные для проектирования плитных фундаментов, несмотря на принципиальные различия расчетных схем взаимодействия оснований и вышележащей конструкции;
- неверный выбор модели работы грунтового основания – игнорирование одноконстантной модели Винклера;
- необоснованное использование для расчета полов компьютерных автоматизированных комплексов, разработанных для проектирования фундаментов и несоответствующих реальной схеме работы пола;
- не вызванное производственной необходимостью применение в проектах устаревших типовых решений, не соответствующих современным знаниям и технологическим возможностям, – конструкции пола из нескольких (2–3) слоев бетона с весьма тонким верхним рабочим слоем толщиной 40–80 мм, имеющих плохой контакт друг с другом и склонных к появлению в процессе эксплуатации многочисленных дефектов. Современное рациональное решение – однослойная плита, выполняемая в один прием, иногда с применением бетонной подготовки в случае производственной необходимости;
- недостаточное обоснование выбора типа конструкции пола (бетон, фибробетон, железобетон, с комбинированным армированием, двухслойная конструкция и т. п.). Отсутствие всестороннего анализа вариантов в угоду одному из факторов (стоимости, уровню подготовки проектировщика, пожеланию чрезмерной надежности и т. п.) приводит к неэкономичности выбранного решения или несоответствию его условиям эксплуатации. Примерами таких решений являются:



Конструкция армирования монолитной ж/б плиты пола у крайней колонны



Конструкция дополнительного краевого армирования сталефибробетонной плиты у средней колонны



Конструкция монолитной ж/б плиты пола с закладной рельс-формой и состав пола склада-холодильника

- завышение толщины слоя бетонной подготовки (для обеспечения движения техники в период строительства здания и монтажа оборудования) в двухслойной бетонной конструкции в ущерб снижению эксплуатационной надежности рабочего финишного бетонного слоя (в случае назначения его толщины менее 120 мм), вызванное сложностями проектирования многослойных конструкций;
- при армировании стальной фиброй отказ от дополнительного армирования стержневой арматурой (комбинированное армирование) для повышения надежности и долговечности отдельных мест с концентрацией напряжений,
  - отсутствие в проекте решений и расчетов по типу, конструкции и месту расположения швов пола,

по дополнительному армированию угловых, краевых и расположенных у колонн участков и т. п., по методике стержневого армирования (необходимость и расположение линий разреза верхней и нижней рабочей арматуры) и прочей детализации;

- ошибки при назначении соответствующего эксплуатационным требованиям материала финишного покрытия, в том числе при выборе типа упрочнителя поверхности, вызванные отсутствием сравнительных данных по его износостойкости на основе единой методики тестирования;

- отсутствие в проекте решений по минимизации затрат на устройство соответствующего нагрузкам искусственного грунтового основания и рекомендаций по методам достижения требуемой степени его уплотнения;

- выполнение инженерного расчета конструкции плиты пола по показателям условной равномерно-распределенной нагрузки взамен расчета по данным о сосредоточенных нагрузках и их взаимном влиянии (по причине отсутствия на момент проектирования пола данных о типе стеллажного и прочего опирающегося на пол оборудования, а также о типе планируемого к применению ПТО).

#### Ошибки на стадии строительства:

- отсутствие понимания роли выбираемой технологии устройства полов в достижении требуемой для работы ПТО ровности, а именно соответствия ровности допуском, определенным отраслевыми мировыми стандартами: Великобритании – TR 34 (классы SF, 1, 2, FM1 и FM2+); Германии – DIN 15185 (табл. 1; 2); США – F-min; предпочтительным методом строительства высокоровного пола в узкопроходных складах высотного стеллажного хранения безусловно является половое бетонирование с ручным разравниванием поверхности. Ровность, обеспечиваемая выбранной технологией, должна соответствовать характеру технологических операций, подлежащих выполнению на обустраиваемых площадях (производство,

комплектация, временное хранение, зоны высотного и узкопроходного стеллажного хранения и т.п.).

- некачественная подготовка основания (по ровности, качеству применяемых материалов и достигнутой степени уплотнения);

- недостаточное уплотнение естественного (материкового) и искусственного многослойного основания (грунт, песок, щебень), в том числе в пазухах фундаментов и цокольных стен;

- недопонимание того, что последующее доуплотнение многослойного искусственного грунтового основания большой толщины невозможно, а также важности предотвращения возможности естественного разуплотнения подготовленного основания (оно может произойти, если укладка бетона была начата по истечении длительного времени после вскрытия материковых плотных пластов или проведения уплотнения, имело место промерзание увлажненного основания и проч.);

- недопонимание недопустимости промерзания основания под полом, рассчитанным на эксплуатацию в отапливаемом помещении (случаи отказа от поддержания положительных температур в построенном отапливаемом здании);

- несоблюдение проектных параметров по качеству армирования, толщине защитных слоев, толщине и классу бетона;

- применение бетона с фактически заниженными значениями прочности (учитывая, что существует большая вероятность его получения, рекомендуется заказывать бетон с показателем прочности на один класс выше по сравнению с расчетным);

- использование поставленного заводом бетона, не соответствующего оговоренным показателям (с увеличенными показателями по водухововлечению, с пластифицирующими добавками, сохраняющими подвижность смеси при уменьшении расхода цемента);

- отсутствие учета особенностей процессов схватывания и начального набора прочности бетона при устройстве полов;



- применение бетона, не соответствующего по показателям подвижности;
- нарушение регламентированных сроков нарезки швов и их параметров;



- технологические нарушения при укладке, обработке бетона и уходе за ним в период твердения;
- допущение незапланированных перерывов в процессе бетонирования, увеличивающих количество технологических швов.

**Финансовые ошибки на стадии строительства (вопросы тендерной политики):**

- применение несоответствующих требованиям ровности технологий укладки бетона, что вызывает необходимость увеличивающего стоимость подравнивания поверхности дорогостоящими полимерными составами;
- отказ предоставить выполнение всего производственного цикла «в одни руки» для предотвращения ошибочных промежуточных технических решений, удорожа-

ющих строительство необходимо-стью выполнения дополнительных работ:

- вынужденного увеличения несущей способности силовой плиты по причине недостаточного уплотнения грунтового основания (в том числе под черновым бетонным слоем);
- вынужденного выравнивания неправильных высотных отметок существующего чернового бетонного основания;
- вынужденного увеличения суммарной толщины бетонного пола при некорректном проекте, предполагающем эксплуатационно ненадежные толщины чистовых бетонных стяжек (менее 120 мм).

**Ошибки на стадии эксплуатации:**

- превышение фактических статических и динамических нагрузок над проектными;
- применение не предусмотренного техническим заданием на проектирование ПТО с большим значением удельного давления колес на опорную поверхность;
- нарушение установленных режимов уборки пола;
- нарушение проектного температурно-влажностного режима эксплуатации;
- допущение без согласования с проектировщиком частичного демонтажа пола, приводящего к появлению усадочных трещин, а также к изменению расчетной схемы плиты вблизи этих участков;
- допущение не предусмотренного проектом краевого на-

гружения пола (вблизи краев и углов карт);

- разуплотнение грунта вблизи краев бетонной плиты.

Надежность протекания производственных процессов напрямую зависит от состояния полов. Содержание их в исправном состоянии обеспечивается проведением текущих (непредвиденных и плановых) и капитальных ремонтов. Затраты на эксплуатационное содержание и ремонт промышленных полов могут быть весьма небольшими, если эти мероприятия проводятся своевременно, правильно проведена диагностика и назначены верные технические решения. Стоимость «отложенного» ремонта, как правило, возрастает в геометрической прогрессии относительно продолжительности периода отсрочки. Подключение специализированной ремонтной организации обеспечит разработку и исполнение надежных решений с учетом зарубежного и отечественного опыта, экономию времени и средств.



Анализ типичных ошибок, которые возникают на этапах проектирования и строительства зданий промышленного назначения, показывает, что основными факторами, позволяющими исключить возникновение дефектов полов, являются: совершенствование нормативов, разработка проектов высокого качества, учет при производстве работ условий конкретной стройплощадки, применение материалов, соответствующих требованиям к полам, и привлечение к строительству профессионалов на всех стадиях создания пола. **Ст**



**CONWEST**<sup>®</sup>

## РЕМОНТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОЛОВ

- ▣ Склады класса А
- ▣ Промышленные холодильники
- ▣ Производственные здания

тел.: +7 (495) 514-3132  
тел./факс: +7 (495) 933-1553  
info@conwest.ru



- Увеличение несущей способности существующего пола
- Восстановление разрушенных участков пола
- Ремонт поверхности пола (трещины, выбоины, улучшение ровности)
- Ремонт швов (сколы кромок, замена герметика)
- Полимерные покрытия пола
- Обеспыливание и нанесение разметки

[www.conwest.ru](http://www.conwest.ru)