

В СЛОЖНОЙ СИТУАЦИИ – НАЙТИ ОПТИМАЛЬНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

Правильное проектирование должно предусматривать минимизацию необходимых единовременных капитальных вложений и суммарных приведенных затрат (первоначальной стоимости конструкции и затрат на её поддержание в работоспособном состоянии в течение планируемого срока эксплуатации), обеспечивать долговечность конструкции, и её максимальный межремонтный ресурс.

Проектирование конструкции полов

При проектировании строительных конструкций мы считаем непреходяще актуальными требования устаревшего СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» п.1.2.: «Выбор конструктивных решений должен производиться исходя из технико-экономической целесообразности их применения в конкретных условиях строительства с учетом максимального снижения материалоемкости, энергоемкости, трудоемкости и стоимости строительства» (в новой редакции СНиП данные требования отсутствуют).

Следует отметить, что до сих пор в ряде современных проектов встречаются крайне неэкономичные технические решения, не имеющие достаточных обоснований их применения, и отсутствие возражений от заказчиков объясняется только их недостаточной технической информированностью.

Технико-экономическая целесообразность конкретной конструкции пола при строительстве любого сложного объекта могла быть обоснована только в результате сравнительного анализа разнообразных вариантов конструкции. Наиболее наглядно можно рассмотреть ситуацию на примере строительства офисно-складского комплекса «Тиккурила» в Московской области.

По причине сложных условий строительства (слабой несущей способности насыпного несслежавшегося техногенного грунтового основания), жестких эксплуатационных требований (планируемые значительные сосредоточенные нагрузки) и напряженного графика работ, в данном проекте использованы современные проектные технические решения и передовые технологии, а также новейшие материалы и оборудование.

Данный проект, включает проектирование и изготовление опирающихся на свайное поле плит пола с комбинированным армированием (стержневое в сочетании с фибровым армирование).

Для возможности выбора оптимального конструктивного решения были проработаны по критериям несущей способности и экономичности многочисленные варианты:

- по схемам опирания (безбалочная, балочная, капитальная);
- по классам бетона;
- по типам армирования (армобетон, железобетон, сталефибробетон, комбинированное армирование);
- по классам стержневой арматуры и типам стальной фибры.

При расчете проводился дополнительный учет характера работы конструкции и разнородности типов нагружения в различных зонах отдельных силовых плит:

- разрезная и неразрезная схемы опирания на капиталь;
- центральные, краевые и угловые схемы загрузки отдельных плит;
- учет деформаций и раскрытия трещин от положительных и отрицательных изгибающих моментов, возникающих при нагружении;
- совместная работа плит при нагружении вблизи шва в связи с наличием шарнирно-подвижного соединения (штыревое армирование швов).

По результатам проведенного технико-экономического анализа был выбран оптимальный вариант – безбалочная схема опирания пола на свайное поле со свайными наголовниками-капителями.

Расчет параметров плитной конструкции по свайному полю выполнялся с учетом параметров грунтового основания и величин планируемых сосредоточенных нагрузок и основывался на методике, разработанной А.А. Гвоздевым и В.И. Мурашовым. Инженерный расчет плитной конструкции с комбинированным армированием, включающим применение стальной фибры, выполнялся с учетом требований СП 52-104-2006 «Сталефибробетонные конструкции», «Рекомендаций по проектированию и изготовлению элементов не-

сущих и ограждающих конструкций из сталефибробетона зданий и сооружений различного назначения» (ЦНИИ-Промзданий), «Руководящих технических материалов по проектированию сталефибробетонных конструкций» (НИИЖБ).

Отличительной особенностью данного проекта являлась необходимость найти оптимальное техническое решение при крайне сложном сочетании исходных данных – слабой несущей способности насыпного, несслежавшегося техногенного грунтового основания и планируемых значительных сосредоточенных нагрузок. По результатам инженерного расчета вариант опирания плит пола на грунт исключался, поэтому проектная группа приняла решение использовать вариант опирания плит пола на свайное поле.

Была определена методика создания свайного поля, произведен расчет размеров пролетов между ними, определена толщина плиты и рассмотрены разнообразные типы армирования. Рассмотрены все возможные варианты, пока не был выбран наиболее оптимальный, общие характеристики которого приведены ниже:

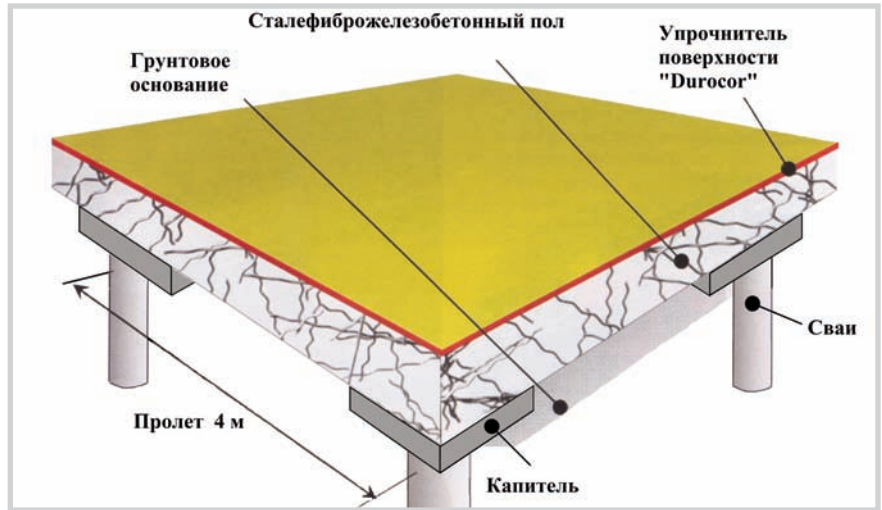
- площадь = 8500 м²;
- объем бетона = 2125 м³;
- армирование = 112 тонн стержневой арматуры + 80750 кг стальной фибры при дозировке 38 кг/м³;
- заливка осуществлялась в течение 5 дней картами 48 х 36 м (1728 м²) по технологии непрерывного бетонирования;
- общее время выполнения всех работ на объекте (устройство железобетонных монолитных капителей, подготовка основания, арматурные работы, укладка сталефибробетона) – 14 дней;
- тип упрочнителя поверхности – «Durocor», цементосодержащий, с наполнителем из отборного кварца с корундом;
- тип средства по уходу за свежееуженным бетоном – жидкий мембранный отвердитель (обеспыливающая пропитка) MasterKure 113;
- тип конструкции – однослойная монолитная бесшовная сталефиброжелезобетонная плита с упрочненной поверхностью класса «чистый пол» (карты бетонирования 48 х 36 м);
- специальный допуск по ровности поверхности – в соответствии с требованиями мировых промышленных стандартов;
- сваи: сечением 0,35 х 0,35 м, глубиной 6–8 м, с матрицей 4 х 4 м, с использованием свайных наголовников-капителей 0,8 х 0,8 х 0,4(н) м;
- отделка поверхности пола – механизированная, с применением двухроторных самоходных бетоноотделочных машин.

Особенности данного проекта

Первой значительной особенностью данного проекта является отсутствие крепления плит к наголовникам-капителям, что позволяло:

- избежать дополнительных напряжений в конструкции, которые сопутствуют такой фиксации;
- уменьшить стеснение свободы деформаций бетонных плит в процессе твердения бетона для исключения риска растрескивания, что крайне важно, учитывая повышенные требования к качеству поверхности полов;
- при возникновении перемещений свай снизить степень деформации поверхности плит и величины изгибающих моментов;
- применить сетку швов в плитах, наиболее удобную для задач пола, без учета требований, соответствующих правилам построения здания (в случае связанной со сваями плиты).

Второй значительной особенностью данного проекта является создание в ходе одного неразрывного технологического процесса законченной монолитной конструкции с потребительскими качествами, удовлетворяющими все задачи – и обеспечения несущей способности, и обеспечения повышенных требований к поверхности по прочности, ровности, износостойкости и эксплуатационной долговечности. Плита пола имеет поверхность класса «чистый пол», упрочненную и ровную в соответствии с требованиями мировых промышленных стандартов. Финишное покрытие (упрочнитель поверхности) по составу (цемент и наполнитель из смеси кварца и корунда) однородно с бетоном, наносится на свежесуложенный влажный бетон, является неотделимой частью плиты пола; исключаются проблемы отслоения, свойственные прочим финишным покрытиям, что обеспечивает максимальную эксплуатационную надежность пола. Применение варианта несущая плита с поверхностью класса «чистый пол» исключает необходимость дополнительной стяжки, обеспечивающей



требования к поверхности, что дает значительную экономию материалов, средств и намного сокращает суммарный срок строительства (как сроки выполнения работ, так и сроки межоперационных интервалов).

До сих пор широко применяется в проектной практике устаревшее нерациональное решение разделения задач (несущую способность обеспечивает плита пола, а свойства поверхности – отдельная стяжка, в некоторых случаях – многослойная), приводящее из-за высоких рисков отслоения и разрушения к значительному снижению эксплуатационной надежности.

Третьей особенностью данного проекта является создание бесшовной сталефиброжелобетонной плиты пола. Количество швов минимально (карты бетонирования 48 x 36 м), что создает многофункциональные складские площади, обеспечивает гибкость их эксплуатации – возможность приспособления к любым изменениям в способах хранения и назначения новых схем зонирования складского процесса, что расширяет возможные потенциальные потребности клиентов склада.


Четвертой особенностью данного проекта является редкий на сегодня в России тип армирования – комбинация стержневой арматуры и стальной фибры, что сопряжено с математическими трудно-

стями инженерного расчета. Выбор данного варианта армирования пола (сочетание стержневой арматуры и стальной фибры) позволил значительно сократить затраты на перевозку, хранение на объекте, установку и проверку качества стержневого армирования, а также общее время выполнения работ. Положительной чертой такого типа армирования также является повышение надежности конструкции (в особенности повышение трещиностойкости).

Дополнительную экономию данное общее техническое решение обеспечило за счет использования в качестве поддерживающей «опалубки» для плит пола подготовленного существующего грунтового основания.

Координация работ с прочими фирмами-участниками строительства гарантировала отсутствие взаимных трений и проблем.

В ходе реализации проекта были обеспечены ежедневная бесперебойная поставка значительного объема товарного бетона с заданными характеристиками, а также высокий уровень организации и управления процессом бетонирования, крайне необходимые, учитывая сложность выполняемой конструкции. Консистенцию бетона, поставляемого каждым автобетоносмесителем, контролировал специально назначенный техник. Для своев-



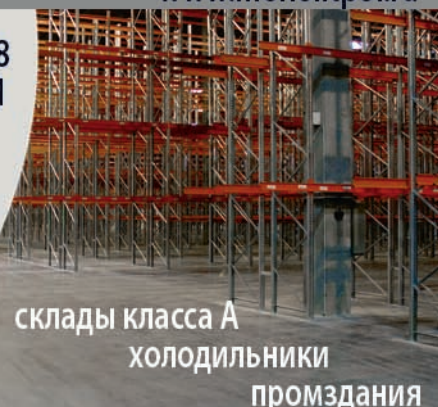
industrial floors
Concrete Engineering

т/ф.: (495) 739-54-68
(812) 334-89-51

www.monolitpol.ru

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПОЛЫ

- Основания под полы
- Химостойкие полимерные покрытия пола
- Бетонные полы с упрочнённым верхним слоем
- Проектирование и оптимизация существующих проектов



склады класса А
холодильники
промздания

ременной коррекции подвижности бетонной смеси и регулирования темпа ее подачи на место была организована четкая согласованная связь с диспетчерской группой завода. Представители компании-поставщика бетона всегда были готовы выехать по срочному вызову в случае возникновения трудностей.

Наша компания взяла на себя реализацию всех аспектов работы, начиная от проработки возможных вариантов конструкции, выполнения подробных инженерных расчетов до поставки всех материалов, укладки полов и осуществления полного контроля над внешними участниками процесса заливки на объекте. Немаловажным фактором, стабилизирующим процесс выполнения работ в зимний период, явилось создание и поддержание собственным парком теплогенераторов необходимых положительных температур в зоне работ.

В целом выбранное техническое решение обеспечивает идеальные условия для размещения тяжело нагружаемых стеллажей и организации интенсивного движения подъемно-транспортных средств.

Комментарий

Методы расчетов полов по свайному полю разрабатывались независимыми инженерами-консультантами также и

НАША СПРАВКА

Офисно-складской комплекс «Тиккурила».

Заказчик: АО «Тиккурила»

Генеральный подрядчик: АО «Лемкон».

Разработчик проекта: ЗАО «СК Конкрит Инжиниринг».

Исполнитель работ по устройству полов: ЗАО «СК Конкрит Инжиниринг».

Поставщик товарного бетона: ЗАО «Бетас».

Тип стальной фибры: FIBREX® (производитель – НПО Магнитогорск Фибра-Строй).

Тип упрочнителя поверхности: Durocor (производитель – «Durocem Italia S.p.A.»).

Тип средства по уходу за бетоном при наборе прочности: MasterKure 113 (производитель - “Master Builder Technologies”, Бельгия).

за рубежом. Результаты применения таких методик расчета протестированы разработчиками в процессе полномасштабных испытаний. В целом, объем бесшовных полов по свайному полю, уложенных по всей Европе, начиная с 1982 года превысил 60 миллионов м².

Заключительные замечания

Профессионализм и опыт позволяют при любых неблагоприятных условиях конкретной строительной площадки (низкая несущая способность грунтового основания и значительные величины сосредоточенных нагрузок) найти наилучшие оригинальные и экономичные конструктивные решения, что и подтверждает успешная реализация данного проекта.

Бетонные плиты и свайные элементы конструкции выполнены с хорошим качеством, что позволяет ожидать в будущем возможность успешного применения данной технологии в других технически сложных проектах.

Использование стальной фибры, как части комбинированного армирования, в конструкции плит пола позволило добиться экономии и сокращения сроков строительства, продемонстрировало соответствие принятого решения эксплуатационным требованиям современного складского комплекса.

ЗАО «СК Конкрит Инжиниринг» горд совместной работой с такими компаниями, как АО «Лемкон» и ЗАО «Бетас», при реализации данного оригинального проекта.