ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОНСТРУКЦИЯХ ПОЛОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Использование при устройстве полов производственных зданий монолитных покрытий на основе полимерных материалов способствует значительному снижению трудозатрат при одновременном улучшении качества полов и придании им новых специальных свойств, в том числе повышенной химической и абразивной стойкости, ударопрочности и высокой адгезионной способности к большинству строительных материалов.



А. М. Горб,
ЗАО «СК Конкрит Инжиниринг»;
Советник РАЕ

Полимерное покрытие находится в сложном напряженном состоянии, обусловленном возникновением при структурообразовании усадочных напряжений, дополняемых в процессе эксплуатации пола еще и температурными напряжениями.

В настоящее время изучен механизм образования усадочных и температурных напряжений в монолитном покрытии при наличии жесткой адгезионной связи с основанием.

Техническими специалистами компании «Конкрит Инжиниринг» и «Евростройпроект» разработан общий метод подбора состава материала полимерного покрытия, практически исключающий трещинообразование. Исходя из свойств материала покрытия, возможным является определение допустимой толщины покрытия при заданном значении адгезионной прочности на границе «основание–покрытие».

Монолитные покрытия полов в процессе эксплуатации подвергаются комплексу механических и физико-механических воздействий. Для того чтобы система покрытия пола сохраняла необходимые качества, необходимо добиваться нормированного соотношения реакции свойств материалов системы к воздействиям. Таким образом, должно выполняться неравенство:

$$\frac{\Pi_{m,i}}{L \cdot B_i} \geq 1$$

или

$$U = \Pi_{m,i} - L \cdot B_i > 0$$

где:

$\Pi_{m,i}$ и B_i – компоненты свойств материала покрытия и воздействий;

L – операция, приводящая в соответствие реакции свойств и воздействия;

U – случайная функция.

В зависимости от области применения монолитных покрытий конкурирующие воздействия и определяющие реакции свойств системы будут различны. Так, в случае тонкослойных окрасочных покрытий, например ESP®070 или ESP®810, определяющей реакцией системы является износостойкость материала покрытия при абразивных воздействиях. Для химически стойких покрытий полов типа ESP®530 более существенным будет являться условие герметизации от массопереноса, выполнение которого описывается следующим неравенством:

$$\frac{\delta_n}{h(\tau)} > 1$$

или

$$U = \delta_n - h(\tau) > 0$$

где:

δ_n – толщина покрытия;

$h(\tau)$ – временная функция глубины проницаемости.

Условие надежности выражается зависимостью:

$$H_n = \begin{cases} 1, \text{если} & h(\tau) < \delta_n, \\ 0, \text{если} & h(\tau) \geq \delta_n \end{cases}$$

Функция $h(\tau)$ покрытия, исходя из диффузионного процесса массопереноса жидкостей, определяется зависимостью:

$$h(\tau) = h_0 \cdot k_c \cdot [1 - exp(- G \cdot D \cdot \tau)]$$

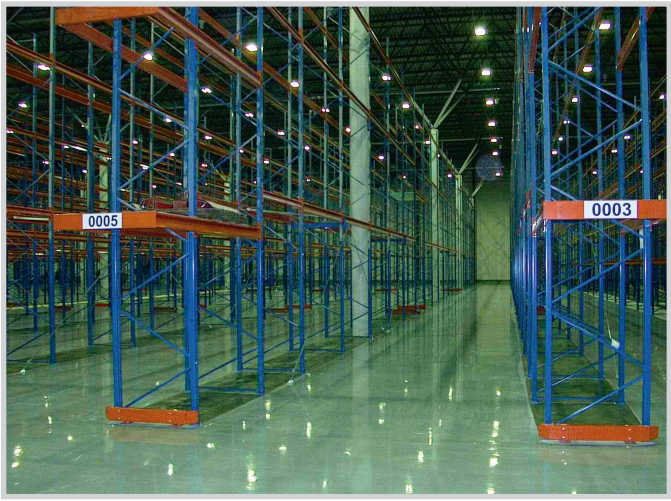
Наиболее общим для всех видов монолитных покрытий полов является условие отсутствия разрушений при воздействии ударных нагрузок. Увеличение ударостойкости монолитных покрытий полов может решаться как путем использования специальных видов материалов, например неизоцианатных полиуретановых полимерных компаундов, так и применением многослойных монолитных покрытий с переменным модулем упругости материалов слоев.

Как показали теоретические исследования ударной стойкости полов, при такой конструкции пола нижним слоям передается выровненная ударная нагрузка, что в 5–8 раз повышает способность пола сопротивляться ударным воздействиям. Наличие более эластичного нижнего слоя в 1,5–2 раза снижает глубину проницаемости верхнего покрытия, т. е. условие герметизации выполняется при меньшей толщине монолитного покрытия пола.

В качестве низкомодульных (эластичных) слоев часто используются покрытия из полиуретановых компаундов, реже эпоксихлорполиольные и бутилкаучуковые мастики.

Наиболее перспективным является использование для ударостойких монолитных полов материалов на основе бесфенольных полиэфирных смол типа ESP 9701 из модифицированных полиизоцианитов, отверждаемых модифицированными полиаминами. В этом случае на основе одного типа связующего (полимочевинной композиции) возможно получение 2–4-слойных покрытий с убывающим по толщине модулем упругости; при действии ударного импульса на такую конструкцию пола происходит диссипация энергии удара и максимальное выравнивание ударной нагрузки, передаваемой основанию.

Качество монолитных покрытий полов может быть обеспечено только при заводском изготовлении связующих (компаундов) и их комплектной поставке на строительную площадку. За последние 8 лет ЗАО «СК Конкрит Инжиниринг» совместно с компанией «Евростройпроект» определило оптимальную номенклатуру таких компаундов, что позволило организовать выпуск различных видов комплексных связующих, а также наполненных и пигментированных составов на их основе. Если первоначально был освоен выпуск





эпоксидных и полиэфирных материалов, то в настоящее время их ассортимент расширен за счет полиуретановых композиций.

На основании произведенных исследований и составленных рекомендаций в период с 2000-го по 2008 год было выполнено более 250 тыс. м² монолитных химически стойких полов с эпоксидным покрытием и около 150 тыс. м² полов с полиуретановым покрытием. Такие покрытия успешно эксплуатируются на ряде промышленных объектах в различных регионах России.

За 8 лет накоплен положительный опыт создания конструкций промышленных полов – с нижним эластичным слоем, эксплуатируемых в условиях периодического попеременного действия горячих (до 60°С) растворов 2–5%-ной азотной кислоты и 30%-ного едкого натра при значительных ударных воздействиях и движении транспортных средств средней и высокой интенсивности.

Относительно высокая стоимость полимерных связующих требует максимального наполнения полимерных растворов при изготовлении покрытий полов.

В соответствии с теорией искусственных строительных конгломератов это достигается за счет оптимальной гранулометрии наполнителя и создания бездефектных граничных слоев полимера. Вследствие избирательной сорбции и сложности микрорельефа наполнителя состав связующего в адсорбционных слоях отличается от первоначального, отличается он и вне зоны действия наполнителя. Особенно заметен этот эффект у высоконаполненных полимеррастворов с полимероемкостью менее 20% по массе.

Для высоконаполненных полимеррастворов обязательно введение поверхностно-активных веществ, обеспечивающих выравнивание процессов сорбции и снижающих внутренние напряжения на границе «полимер–наполнитель». Применение поверхностно-активного отвердителя в смеси с полиэтиленполиамином для эпоксидных компаундов, используемых для монолитных покрытий полов, позволило обеспечить прочность и малую проницаемость эпоксидных полимеррастворов с полимероемкостью до 15% по массе.

Сокращение сроков ввода в эксплуатацию химически стойких монолитных покрытий полов приобретает особую актуальность в связи с ростом объемов строительства пищевых и перерабатывающих производств, а также предприятий энергетического и промышленного назначения.

Монолитные химически стойкие полы технически и экономически целесообразно применять на предприятиях, связанных с выделением токсичных веществ, адсорбирующихся на строительных конструкциях, при одновременных значительных механических нагрузках; на предприятиях основного органического синтеза при действии органических растворителей, кислот и щелочей; на предприятиях неорганических химических производств при средних механических нагрузках и воздействиях щелочей и кислот, включая втористоводородную и кремнийфтористоводородную.

Полиуретановые и эпоксидные компаунды для устройства покрытий полов выпускаются в промышленном масштабе компанией «ЕСП-полимер».

Рост объемов промышленных производств требует соответствующего развития строительных технологий и налаживания выпуска современных материалов для устройства полов. Совершенствование существующей нормативной базы, увеличение объемов финансирования НИОКР будут способствовать повышению качества, снижению себестоимости строительных работ и увеличению долговечности строящихся зданий и сооружений.



Автор:
А. М. Горб,
директор
ЗАО «СК Конкрит Инжиниринг»,
советник РАЕ,
член международного союза экспертов по строительным материалам, системам и конструкциям RILEM, Американского института бетона ACI и Британской ассоциации бетона CS