

УДК 692.533.15

## РАСЧЕТ ИСТИРАЕМОСТИ БЕТОНА

*А.В. Киянец*

Излагаются особенности воздействия истирающей нагрузки на бетонные конструкции. Приводятся требования нормативно-технической документации по нормированию показателей истираемости и Федерального закона № 384-ФЗ по долговечности конструкций. Рассматривается методика расчета истираемости и оценки долговечности бетона для покрытий полов.

Ключевые слова: истираемость, износостойкость, бетон.

Истирающая нагрузка, одна из многих нагрузок, которые воздействуют на конструкции зданий и сооружений во время их эксплуатации. Отличительной особенностью которой является воздействие абразивных составов на поверхностные слои конструкции с последующим их разрушением.

В зависимости от области применения зданий и сооружений, природа истирающих нагрузок может быть различна: воздействие подошв обуви от прохождения людей, от колес проезжающего транспорта, волочения различных грузов, протекание воды и других жидкостей с содержанием абразивного материала, льда и т.д.

Длительное воздействие истирающих нагрузок приводит к тому, что конструкция, сохраняя свою целостность и несущую способность, не может дальше эксплуатироваться из-за неудовлетворительного состояния поверхности, или продукты разрушения бетона, попадая в окружающую среду, препятствуют протеканию технологических процессов и угрожают здоровью людей. В этом случае требуется решить вопрос износоустойчивости материала, под которой мы понимаем его сопротивление воздействию истирающей нагрузки с сохранением физико-механических характеристик, а также разработки методики расчета и прогнозирования износоустойчивости применяемых материалов.

Интенсивные истирающие нагрузки в процессе эксплуатации испытывают ряд конструктивных элементов – это полы, лестницы, ступени, лестничные марши, лестничные площадки. Покрытия данных конструкций в современных зданиях и сооружениях выполнены в основном из различных видов бетона [1].

Требования к типам и характеристикам покрытия пола в зависимости от вида здания и помещения, с учетом количества проходов людей и проездов машин, падения тяжелых предметов с высоты, волочения различных грузов, степени воздействия воды и агрессивных сред изложены в СП 29.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88 Полы».

Кроме того, в зависимости от назначения помещения и типа покрытия в этом документе регламентируются показатели истираемости [4]:

– п. 5.16 при предъявлении к полам повышенных требований по пылеотделению следует применять «мало пылящие» (истираемость не более  $0,4 \text{ г/см}^2$ ) и «беспыльные» (истираемость не более  $0,2 \text{ г/см}^2$ ) покрытия полов;

– п. 5.17 истираемость покрытия пола не должна превышать для монолитных покрытий полов в помещениях класса беспыльности 1000 –  $0,06 \text{ г/см}^2$ , класса 10000 –  $0,09 \text{ г/см}^2$  и класса 100000 –  $0,12 \text{ г/см}^2$ ;

– п. 5.18 поверхность покрытия пола должна быть ровной, просветы между контрольной двухметровой рейкой и проверяемой поверхностью не должны превышать для покрытий из бетонов (всех видов), ксилолита, цементно-песчаного раствора, поливинилацетатцементно-опилочного состава, из плит бетонных (всех видов), керамических, керамогранитных, каменных, резиновых, чугунных и стальных, а также из кирпича (всех видов) на растворе – 4 мм.

Последний пункт с требованием по обеспечению необходимой ровности покрытия можно трактовать как максимально возможный показатель по истираемости покрытия выраженный в миллиметрах износа.

Таким образом, существуют объективные требуемые показатели по износоустойчивости бетонных покрытий, но нет привязки к сроку службы данного покрытия. Между тем, данное требование является обязательным. Согласно Статьи 33 Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»: в целях предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей, в проектной документации здания или сооружения должна содержаться следующая информация: срок эксплуатации здания или сооружения и их частей [5].

Синхронизировать требования Технического регламента и СП 29.13330.2011, на мой взгляд, позволяет ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования», в котором содержится таблица (п. 3.2.3 табл. 1) с примерными сроками службы зданий и сооружений. К примеру, срок службы для зданий и сооружений массового строительства в обычных условиях эксплуатации составляет не менее 50 лет [3].

Поэтому требование по максимальному износу бетонного покрытия можно интерпретировать следующим образом: максимальный износ бетонного покрытия должен быть не более 4 мм в глубину на протяжении не менее 50 лет. Такая формулировка данного требования будет соответствовать Федеральному закону № 384-ФЗ и позволит производить расчет требуемой истираемости бетона покрытия пола, а также проектировать состав применяемой бетонной смеси.

Действующая на сегодняшний день методика определения истираемости бетонов содержится в ГОСТ 13087-81 «Бетоны. Метод определения

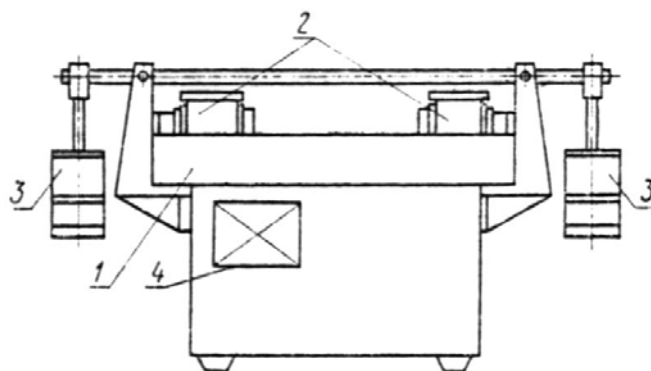
истираемости». Согласно этой методике истираемость определяется как потеря массы на единицу площади истираемой поверхности образца и измеряется в граммах на квадратный сантиметр ( $\text{г/см}^2$ ) [2].

Недостатком вышеизложенной методики является большая трудоемкость проведения испытаний и получение в результате испытаний (после 560 оборотов круга испытательной машины ЛКИ-3) конечной цифры, характеризующей истираемость образца.

Данный недостаток является существенным при определении истираемости износостойчивых бетонов. Учитывая неравномерность процесса истирания материала из-за неравномерного износа поверхностных и внутренних слоев бетона оценка истираемости бетона при 560 оборотах может быть недостаточно точной.

Поэтому для расчета и выбора состава бетона для покрытия пола, а также оценки его долговечности может быть использована методика испытания на предельную продолжительность истирающего воздействия (методика предельного износа) [1].

Суть методики испытания на предельный износ заключается в определении предельного истирающего воздействия  $T_{np}$  на исследуемый материал, измеряемого в оборотах круга машины ЛКИ-3 (рис.), в результате которого образец истирается на 1 см.



Круг истирания ЛКИ-3: 1 – истирающий диск;  
2 – испытываемые образцы; 3 – нагружающее устройство;  
4 – счетчик оборотов

Поскольку испытание образцов бетонов часто бывает затруднительным и связано с большим износом испытательных машин, особенно для бетонов, обладающих высокой износостойкостью, то для определения величины истирающего воздействия можно ограничиться сокращенными испытаниями, а полное значение  $T_{np}$  получить путем вычисления. Для этого достаточно проводить испытания на истираемость по стандартной методике до 840 оборотов круга истирания.

Тогда, пользуясь нижеприведенной формулой можно рассчитать  $T_{np}$ :

$$T_{np} = \frac{I_{np} - I_{560}}{K_1} + 0,560. \quad (1)$$

Величина  $K_1$  определяется по формуле:

$$K_1 = \frac{I_{840} - I_{560}}{0,28}, \quad (2)$$

где  $T_{np}$  – предельная продолжительность истирающего воздействия в тыс. оборотов;  $I_{840}$  – глубина истирания в см при 840 оборотов круга;  $I_{560}$  – глубина истирания в см при 560 оборотов круга;  $I_{np}$  – предельная глубина истирания равная 1 см;  $I_{840}$ ,  $I_{560}$  определяются по стандартной методике.

Данная методика расчета истираемости и оценки долговечности бетона справедлива для условий эксплуатации без дополнительного воздействия других деструктивных факторов: увлажнение, высушивание, замораживание и оттаивание, воздействие агрессивных сред и т.д.

При испытаниях на совместное воздействие истирающих нагрузок и других факторов влияния целесообразно будет установить дополнительное требование по их учету в виде коэффициента снижения износостойкости. Например, коэффициент снижения износостойкости для образцов бетона, прошедших 100 циклов испытания на морозостойкость составляет  $K \geq 0,75$ .

Предложенная методика расчета истираемости бетона позволяет оценить долговечность бетонных покрытий полов, хотя и требует дополнительных исследований по влиянию условий эксплуатации и учету характера работы бетона различных составов по сопротивлению истирающему воздействию. С учетом проведения дополнительных исследований, она может быть распространена на бетонные покрытия дорог, тротуаров, парковок, аэродромов и др.

#### Библиографический список

1. Иванов, О.М. Бетонные покрытия полов промышленных зданий / О.М. Иванов. – М.: Стройиздат, 1971. – 124 с.
2. ГОСТ 13087-81 «Бетоны. Методы определения истираемости». – М., 1981.
3. ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования». – М., 2010.
4. СП 29.13330.2011 «Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88 Полы».
5. Федеральный закона №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

[К содержанию](#)