

улучшения условий труда на постоянных рабочих местах по фактору освещения при использовании математической модели световой среды следует ожидать в автоматизированном производстве циклического типа, однако разработанная методика расчета наружной освещенности и определения освещенности рабочих мест не ограничивается сферой производства. Возможно применение в проектировании новых и реконструируемых общественных, жилых зданий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бедокс Л. Проблемы использования международного стандарта по внутреннему освещению // Светотехника. -2003. - №6. С. 39-41.
2. Макаренко Н.В. Психологические функции человека и операторский труд. – К.: Наукова думка, 1991. – 206 с.
3. СНиП П-4-79. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение / Госстрой СССР. – М. Стройиздат. – 1980. – 48 с.
4. Киреев Н.Н., Шаповал А.В. Метод автоматизированного проектирования естественного освещения зданий // Строительная светотехника. –М: Госстрой СССР. – 1988. – С. 4-12.
5. Земцов В.А. Методика расчета естественного освещения помещений // Нормирование и стандартизация в строительстве. Информационный бюллетень – М.: Минстрой России. – 1996. - №5-6. – С. 3-15.
6. Н. Игава, Т. Мацузава, Х. Накамура. Единая модель стандартного небосвода // Светотехника. -2000. - №4. С. 5-12.

УДК 624

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

И.М. Рудяга
НПЧФ «СЕМИКС», Днепропетровск

В настоящее время огромное количество бетонных и железобетонных конструкций и сооружений имеют критические дефекты, находятся в разрушающемся состоянии и требуют срочного выполнения аварийно-восстановительных работ. При этом надо признать, что вопросы безопасности у собственников сооружений стоят далеко не на первом месте. По данным ученых, последующие годы будут ознаменованы большим количеством техногенных и экологических катастроф. Основным фактором, позволяющим делать подобный прогноз, является то, что большинство объектов промышленности, транспортного комплекса, коммунального хозяйства, имеют срок эксплуатации от 20 до 50 лет, а некоторые – более ста лет. Многие из них даже не имеют обслуживающего персонала. Поэтому процесс появления и развития разрушений практически не контролируется, а вопрос о необходимости

ремонта ставится тогда, когда объект находится уже в аварийном состоянии.

Причины разрушения бетона и железобетона могут быть различными: воздействие окружающей среды, последствия эксплуатационных нагрузок на сооружения, низкое качество используемых бетонов, дефекты, возникающие из-за отсутствия проектных разработок по повышению срока службы или из-за небрежности, допущенной при строительстве. Отрасль, занимающаяся ремонтом бетона и железобетона, стоит перед большой проблемой: как отремонтировать, восстанавливать, защищать и продлевать срок службы существующего фонда бетонных и железобетонных конструкций. Часто лица, занимающиеся ремонтом (собственники, проектировщики, подрядчики), проявляют излишнюю самоуверенность, представляя себе ремонт бетона до банальности простым делом: в 99% случаев они ошибаются, и не случайно современные европейские стандарты придают большое значение подчинению ремонтного процесса инженеринговым требованиям, подчеркивая его практическую сложность.

Оценка результатов ремонта, произведенная через короткое время или, что еще хуже, сразу после выполнения работ, обычно иллюзорна. Лишь по прошествии большего срока (год, два) могут проявиться недостатки материала и низкое качество ремонта: разрушение и отслоение бетона, шелушение и разрушение защитного слоя, трещинообразование, образование капиллярной пористости вследствие коррозии и выщелачивания. Невозможно добиться удовлетворительных результатов, если подходить к вопросам ремонта не критично, с позиций самодостаточности, упрощенно: в этом случае все сводится к удалению отставшего, разрушенного материала и его замене имеющимся на рынке материалом, который не обладает требуемыми специфическими характеристиками. Для подобного подхода типичны:

- отсутствие исследований;
- применение ошибочной технологии производства работ;
- выбор неподходящего материала;
- неправильная очередность производства работ;
- несоответствие контрактной документации целям ремонта.

За последние годы ситуация в какой-то мере изменилась: инженеры-строители и технологи по бетону и ремонту осознали тот факт, что:

- упрощенный подход к сохранению и ремонту может привести (как часто оказывается) к большим неудачам;
- для сохранения и ремонта сооружений требуется самый настоящий проект, основанный на знании действующих в каждом отдельном случае механизмов разрушения;
- для изучения указанных механизмов необходимо провести предварительные исследования;
- лишь знание механизмов и степени разрушения позволяет выбрать подходящую технологию производства работ;
- ремонтные материалы должны подбираться в соответствии с механизмами разрушения и технологией работ;

- выбор материалов должен осуществляться исключительно по их свойствам;

- в свою очередь, для выбора материалов по свойствам следует определить характеристики и методы испытаний, а также классифицировать различные материалы и получить описание их технических характеристик.

С учетом всего изложенного, Вашему вниманию предлагаются алгоритмы, технологии и материалы системы EMACO и MASTERSEAL для ремонта, восстановления и защиты бетона и железобетона на различных стадиях разрушения.

При осуществлении проекта, перед началом ремонтных работ целесообразно осуществить следующие мероприятия:

- провести предварительные обследования и определить состояние сооружения;
- выполнить основные исследования;
- выбрать технологию ремонта в зависимости от площади и глубины разрушений и от типа структурных элементов;
- выбрать материалы в соответствии с требованиями и основными характеристиками;
- понятно и комплексно описать этапы производства работ;
- подготовить техзадание на подрядные работы;
- составить смету.

Целью предварительного обследования является определение необходимости срочного ремонта для восстановления надежности сооружения, а также назначение серии испытаний для установления причин и величины дефектов в конструкции.

Основные исследования проводятся для определения причин разрушений, установления их площади и глубины, прогнозирования их распространения на ненарушенные части конструкции, оценки прочности бетона в сооружении, выявления влияния дефектов на надежность конструкции, а также для определения расположения всех участков, требующих ремонта или защиты. Наиболее часто исследования проводятся для определения возможных разрушений от химического воздействия (явления коррозии, воздействия сульфатов, агрессивных вод), от физического воздействия (циклы замораживания/оттаивания, огонь), от механического воздействия (толчки при землетрясении, удары, эрозия, истирание).

По данным проведенных исследований определяется состояние сооружения, причем разрушения обычно бывают различного характера, и поэтому для всех элементов конструкции требуются, в принципе, разные методы ремонта в зависимости от типа разрушений, глубины и площади пораженных участков.

Исходя из глубины повреждения, назначается технология работ по подготовке основы (старого бетона): водоструйная очистка под повышенным давлением (до 2000 атм.), очистка с помощью пневмоинструмента, промывка

струей воды низкого давления (200-300 атм.) с созданием неровности поверхности 5 мм.

Основным условием успешного ремонта должна быть совместимость укладываемого материала с материалом основы. Использование материалов на полимерной основе должно обязательно ограничиваться работами по устройству защитных покрытий и специальными мероприятиями (такими как, например, омоноличивание стыков, замазка, ускоренный ремонт). В большинстве же случаев преимущество отдается цементным материалам, поскольку они обладают теми характеристиками, которые делают их похожими на бетон основы и совместимыми с ним. Обычные материалы на цементной основе применяться не могут: проблема состоит в усадке, вызывающей трещинообразование, напряжение в зоне контакта со старым бетоном и отслоение, что сводит на нет результаты ремонтных работ. Помимо монолитности и совместимости с основой необходимо обеспечить стойкость к агрессивному воздействию среды, т.е. требования к ремонтному цементному материалу должны быть:

1. *Расширение.* Предлагаемые материалы – предварительно смешанные, готовые к использованию смеси, содержащие расширяющие добавки. Этим обусловлено типичное поведение материалов, заключающееся в их объемном расширении в первые 24 часа, величина которого позволяет компенсировать последующую усадку продукта на цементной основе (компенсированная усадка). Короткая продолжительность усадки является значительным преимуществом по сравнению с имеющимися на рынке традиционными материалами, поскольку позволяет свести к минимуму необходимую работу по правильному влажностному уходу. В бетонах EMACO раннее расширение происходит как на воздухе, так и в воде.

2. *Стойкость к агрессивному воздействию среды.* Материалы стойки к карбонизации, обладают высокой водонепроницаемостью и стойки к проницанию и воздействию хлоридов.

3. *Удобоукладываемость: реопластичность и тиксотропия.* Материалы, наносимые способом заливки (EMACO S66, EMACO S88, EMACO S150 CFR), обладают ярко выраженной текучестью и самоуплотнением без виброинструмента, в том числе при бетонировании густоармированных элементов и конструкций со сложной конфигурацией. При нанесении распылителем или кельмой важно, чтобы было сцепление материала как с вертикальными, так и с потолочными поверхностями, без оплывания. Указанное свойство, называемое «тиксотропией», присуще материалам EMACO S88C, EMACO S170 CFR.

4. *Ударопрочность.* Высокая ударопрочность обеспечивается хорошей вязкостью. EMACO SFR имеет показатель вязкости более 25, т.е. этот бетон в 25 раз более вязкий чем соответствующая смесь EMACO без фиброусиления. Такое свойство достигается благодаря наличию специальной высокоуглеродистой стальной жесткой фибры в весовой пропорции 7,5% к весу сухой смеси (фибра проклеена водорастворимым составом).

Таблица 1

Физико-механические характеристики материалов
EMACO S66, EMACO S88, EMACO S88C, EMACO SFR

Характеристики	Значения (не ниже)
Прочность на сжатие, МПа	
через 24 часа	28
через 28 суток	60
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	
через 24 часа	4,0 (10.0)*
через 28 суток	8.0 (15.0)*
Прочность сцепления со старым бетоном, МПа	
через 28 суток	2.5
Морозостойкость	F300
Сульфатостойкость, %	90
Водонепроницаемость	W12
Стойкость к карбонизации через 10 лет (UNI 9944)	< 1 мм
Стойкость к проникновению хлоридов (метод TEL)	< 10 ⁻¹² М ² С ⁻¹

* **Примечание:** в скобках указаны значения для EMACO SFR

Защитные покрытия

«Здоровый» внешний вид сооружения может иногда ввести в заблуждение. Явления коррозии арматуры характеризуются длительным скрытым периодом, и когда повреждение проступает наружу (в виде трещин, отслоения, сколов кромок), время уже упущено, и конструкция требует обширного трудоемкого ремонта. При своевременном принятии мер процесс коррозии можно предотвратить путем создания экрана между структурным элементом и окружающей средой в виде защитной пленки, не допускающей воздействия на бетон агрессивных реагентов.

Нанесение защитного покрытия может понадобиться и после ремонта, в ходе которого не предусматривалось восстановление всей поверхности объекта. Это нужно для того, чтобы избежать ситуации, когда на частях арматуры в разнородной оболочке снова произойдет отслоение бетона и процесс коррозии возобновится.

В последние десятилетия предпочтение отдавалось укладке бетона без устройства покрытия для защиты от воздействия окружающей среды. Такая практика неоправданна ни с точки зрения природы этого материала (в силу пористости бетон сравним с природным камнем, подверженным разрушению; кроме того, металлическая арматура имеет свойство ржаветь), ни в силу результатов последних лет, когда наблюдается разрушение многочисленных сооружений, поскольку бетон в большинстве случаев защитными свойствами не обладает. Поэтому на этапе проектирования и в течение срока службы

сооружения целесообразно предусмотреть использование соответствующих защитных пленочных обновляемых покрытий для продления эксплуатационного срока объекта, в т.ч. на неопределенно долгую перспективу.

Все защитные системы MASTERSEAL отличаются повышенными герметизирующими свойствами, т.е. препятствуют проникновению воды в бетон и сводят к минимуму попеременное воздействие замораживания и оттаивания. Однако следует иметь в виду, что не все продукты предназначены для постоянного или длительного контакта с водой (т.е. не все подходят для гидротехнических сооружений).

Таблица 2

Материалы типа MASTERSEAL

Название материала	Краткое описание, характеристики	Возможное применение
MASTERSEAL 588	Двухкомпонентный. Относительное удлинение 23,4%. Восприимчив к вибрации и осадкам конструкций. Возможно применение армирующей сетки (входит в систему).	Гидроизоляция конструкций, защита бетона от карбонизации.
MASTERSEAL 595	Быстротвердеющая (30 сек.) однокомпонентная монтажная смесь. Высокий предел прочности: сжатие/изгиб – 47.5/6.2 МПа.	Ликвидация активных течей, быстрый монтаж
MASTERSEAL 300B	Однокомпонентное антикоррозионное покрытие для арматуры. Наносится в два слоя до общей толщины 2 мм.	Защита арматуры от коррозии
MASTERSEAL F1120	Однокомпонентное неэластичное покрытие для бетона и каменной кладки. Устойчив к воздействию щелочей, CO ₂ и ультрафиолету. Наносится в два-три слоя.	Защита поверхности от карбонизации, воздействия воды и вредных веществ
MASTERSEAL F1131	Однокомпонентное эластичное покрытие для бетона и каменной кладки. Способен перекрывать волосяные трещины. Устойчив к воздействию щелочей, CO ₂ и ультрафиолету. Наносится в два-три слоя.	Защита поверхности от карбонизации, воздействия воды и вредных веществ
MASTERSEAL 303	Гидрофобизатор на водной основе. Предназначен для защиты бетонных поверхностей. Наносится	Защита бетонных конструкций от воздействия

Название материала	Краткое описание, характеристики	Возможное применение
	методом напыления в один слой. Не следует увлажнять поверхность в течение 4 часов после нанесения.	погодных условий и ионов хлора
MASTERSEAL 321B	Гидрофобизатор на водной основе. Предназначен для защиты пористых поверхностей. Наносится методом напыления в один слой. Не следует увлажнять поверхность в течение 4 часов после нанесения.	Защита пористых конструкций от воздействия погодных условий и ионов хлора

Применение материалов EMACO и MASTERSEAL позволяет снизить затраты по сравнению с традиционными методами в несколько раз и значительно продлить срок службы инженерных сооружений. Данные материалы и технологии широко используются в таких отраслях, как энергетика, транспорт, химическая промышленность, жилищно-коммунальное хозяйство и др. Их применение согласовано и рекомендуется ведущими отраслевыми институтами и организациями стран СНГ, среди которых НИИЖБ, НИИСК, ГИПРОМЕЗ, НИИЭС, ОРГРЭС, ТЕПЛОПРОЕКТ, ЦНИИС, РОСДОРНИИ, БЕЛДОРНИИ, ВНИИЖТ, АЭРОПРОЕКТ, ГИПРОЕЧТРАНС.

На настоящий момент материалами типа EMACO и MASTERSEAL на территории стран СНГ отремонтированы:

- более 150 автодорожных и железнодорожных мостов, путепроводов, тоннелей;
- аэродромные покрытия аэропортов Домодедово, Шереметьево, Внуково (Москва), Пулково (СПб), Норильска, Минеральных Вод, Минска, Кишинева, причальные сооружения морских портов в Сочи, Владивостоке;
- более 100 промышленных дымовых труб и 12 градирен.

Они применялись для ремонта и восстановления несущей способности конструкций - ребристых плит, колонн, балок, полов, фундаментов - производственных зданий и сооружений и при монтаже оборудования на предприятиях РАО «ЕЭС», «Северсталь», «Новолипецкий металлургический комбинат», «Магнитогорский металлургический комбинат», «Тулачермет», «Запорожсталь», «Братский алюминиевый завод», ОАО «Белкалий», ОАО «Сильвинит» и др.

И в заключении хотелось бы отметить, что НПЧФ «СЕМИКС» всегда открыта для сотрудничества в сфере восстановления, усиления, ремонта и защиты бетонных и железобетонных конструкций и сооружений. Тем более, всё чаще можно услышать не только вопросы о цене, но и качестве, долговечности ремонта – это говорит о том, что мы начинаем жить не только сегодняшним днём, но и планировать на несколько лет вперед. И возможно, что в ближайшем будущем, состоится переход на поддерживающие ремонты, при которых толщина ремонтного слоя составляет 5-10 мм, а не 4-10 сантиметров, с чем часто приходится встречаться в настоящее время.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по ремонту бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений с учетом обеспечения совместимости материалов – М., ЦНИИС, 2005.
2. Бетон на рубеже третьего тысячелетия: Материалы 1-й Всерос. конф. по проблемам бетона и железобетона, 9–14 сентября 2001 г., Москва: В 3 кн. – М.: Ассоциация «Железобетон», 2001.
3. Рекомендации по использованию материалов серии «Эмако» для ремонта и реконструкции дымовых и вентиляционных промышленных труб. – ОАО «Инженерный центр ЕЭС» - «Фирма ОРГРЭС», Москва, 2004.
4. Смеси сухие ремонтные EMACO®. Стандарт организации (СТО) 70386662-001-2005 – ООО «Строительные системы», Москва, 2005.
5. Технологическая карта на ремонт бетонных и железобетонных конструкций сухими смесями ЭМАКО (тиксотропный тип). ТК - 130/05/01-2004. – ОАО «Стройкомплекс», Минск, 2004.
6. Технологические правила ремонта каменных, бетонных и железобетонных конструкций железнодорожных мостов – М., Департамент пути и сооружений ОАО «РЖД», 2005.

УДК 666.96; 666.97

К ВОПРОСУ О ДОЛГОВЕЧНОСТИ БЕТОНА ДЛЯ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ СООРУЖЕНИЙ

Р.Ф. Рунова, д.т.н.

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

1. Введение

Аппиева дорога (I в. до н. э.), акведуки и подземные хранилища питьевой воды древнего Константинополя (XII-XIV в.), загадочно-могущественный Сфинкс (XV в. до н. э.). Потомки древних строителей могут видеть эти памятники и сейчас, спустя столетия после их возведения из значительно более простых материалов, чем современный портландцемент. Со ссылкой на работу проф. Малиновски Р. /1/, в своих исследованиях проф. Глуховский В.Д. отмечает, что «обследования римских сооружений, отремонтированных современным бетоном показало: если древний бетон этих конструкций остается невредимым в условиях воздействия проточной воды и соленого морского ветра в течение двух тысячелетий, то современный портландцементный бетон оказывается существенно поврежденным уже через 10 лет» /2/.

В связи с появлением на рынке строительных материалов высокоэффективных продуктов, значительно интенсифицировались работы по восстановлению, прежде всего, жилого фонда /3/. Известно, что срок службы таких зданий, возведенных с использованием искусственных материалов, не предполагает период более 100 лет /3/. Вместе с тем инженерные сооружения