

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шейкин А.Е., Добшиц Л.М. Цементные бетоны высокой морозостойкости. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отделение, 1989. – 128с.
2. Блещик Н.П., Протько Н.С., Рыскин М.Н. Математические модели кинетики гидратации цемента. Международная конференция «Инженерные проблемы современного бетона и железобетона». – Минск, 1997 – с. 25-36.
3. Бабицкий В.В. Прогнозирование степени гидратации цемента. Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке кадров Республики Беларусь: Сборник трудов VII Международного научно-методического семинара / Под ред. Блещика Н.П., Борисевича А.А., Пецольда Т.М. – Брест, БГТУ, 2001 – с. 211-215.
4. Батяновский Э.И. Особо плотный бетон сухого формования. Монография / Э.И. Батяновский – Мн.: НПО-ОО «Стринко», 2002 – 224.

УДК 624.014.059.3.002

Башкевич И.В., Яковенко Н.В.

ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

ВВЕДЕНИЕ

В практике строительства часто возникает необходимость восстанавливать и усиливать конструкции частично разрушенных или поврежденных при эксплуатации зданий и сооружений. Во многих случаях, как показывает опыт, их восстановление с использованием частично сохранившихся и даже поврежденных конструкций целесообразно и экономически выгодно. Однако при разработке восстановления таких конструкций часто возникают трудности с определением фактической несущей способности оставшихся конструкций, в частности, при существенном коррозионном износе.

Поэтому возникает необходимость в определении несущей способности поврежденных физическим износом конструкций. Многочисленными натурными наблюдениями выявлена специфическая особенность работы конструкций, подвергшихся температурно-влажностным воздействиям и коррозионному износу.

Рассмотрим это на одном из примеров - конструкции склада песка РУПП «Гранит», строительство которого осуществлено в 1976 г.

КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДА

Склад служит для перегрузки и временного хранения песка. Он занимает площадку 50×120 м, на которой расположена надштабельная транспортно-разгрузочная галерея, представляющая собой горизонтальное сооружение, в котором расположены ленточные транспортеры. Отметка низа пролетного строения 15,6 м.

Галерея состоит из трех однотипных блоков шириной 7 м и узла перегрузки. Поперечный разрез склада песка приведен на рис. 2.

Опорами пролетных строений являются монолитные железобетонные колонны круглого сечения диаметром 1,75 м.

Основными несущими конструкциями пролетных строений склада являются стальные сварные фермы с параллельными поясами номинальными пролетами 36 м и высотой 6,5 м (по обухам). Размеры панелей нижнего пояса составляют 6 м, а для уменьшения расчетной длины сжатого верхнего пояса и раскосов предусмотрена дополнительно шпренгельная решетка. Сечения стержней из парных уголков тавровые, за исключением стоек, которые имеют крестовое сечение.

По верхним поясам ферм с шагом 6 м уложены металлические двускатные сварные балки покрытия двутаврового сечения. По балкам уложены сборные железобетонные плиты размером $1,5 \times 6$ м. В качестве утеплителя использован керамзитобетон. Кровля рулонная.

К выпускам фасонки нижних узлов ферм с шагом 6 м подвешены металлические сварные балки двутаврового сечения со стенкой размерами 710×8 мм и поясами 240×12 мм. По балкам уложены сборные железобетонные плиты размерами $1,5 \times 6$ м. Утепление перекрытия обеспечивается за счет пеносиликатных плит толщиной 100 мм, пол - бетонный толщиной 40-50 мм.



Рисунок 1 – Общий вид склада песка

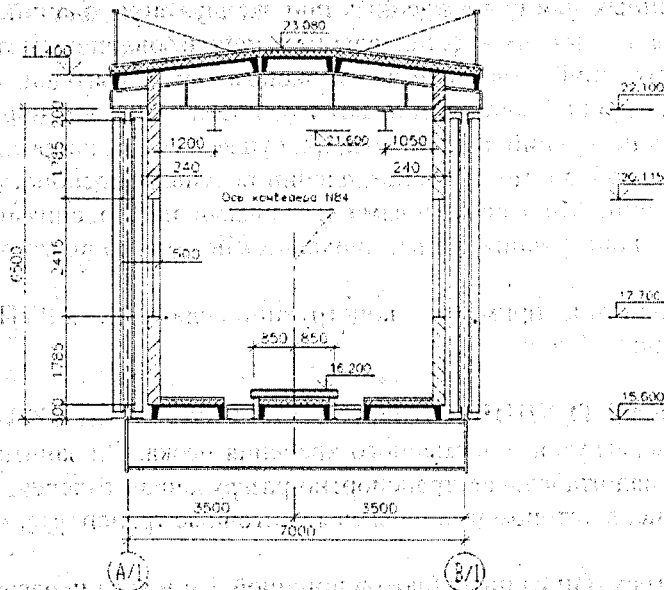


Рисунок 2 – Поперечный разрез надштабельной галереи

Общая устойчивость балок покрытия и перекрытия галереи обеспечивается жесткостью дисков, образованных сборными железобетонными плитами с приваркой в трех углах и замоноличиванием швов. Пространственная жесткость пролетных строений обеспечивается за счет горизонтальных связей по верхним и нижним поясам, ферм и опорных рам, имеющих жесткое соединение ригелей с опорными стойками несущих ферм.

По обе стороны конвейера располагаются разгрузочные решетки шириной по 850 мм, через которые песок из двух воронок подвижной бункерной тележки транспортера сыпается на площадку склада.

В качестве стенового ограждения галереи применены керамзитобетонные панели.

Фундаменты под колонны здания перегрузочного узла и надштабельной галереи выполнены монолитными столбчатого типа глубиной заложения 3.45 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ СКЛАДА ПЕСКА

При проведении обследования определялись дефекты конструкций, возникшие на стадии изготовления и монтажа, и повреждения, возникшие в результате действия нагрузок и условий эксплуатации. Обращалось внимание также на отклонения проектных решений от требований действующих

норм как в результате ошибок и просчетов, так и из-за несовершенства нормативных документов периода проектирования. Повреждения от атмосферных воздействий заключаются в разрушении защитных покрытий и коррозии металла, т.е. уменьшении расчетных сечений элементов.

Натурным обследованием установлено, что металлические фермы пролетных строений и связи по верхним и нижним поясам надштабельной галереи поражены поверхностной коррозией, а в местах скопления пыли – язвенной коррозией.

Металлические балки покрытия опираются сверху на узлы ферм и крепятся с помощью болтов. Балки покрытия находятся в удовлетворительном состоянии.

Металлические сварные балки перекрытия крепятся к выпускам узловых фасонки ферм через фланцы с помощью сварных швов.

Балки имеют составное сечение пролетом $l = 7$ м, расположены с шагом 6 м. На балки перекрытия передается нагрузка от собственного веса конструкций пола, технологическая нагрузка от стоек рамы конвейера, подвижной разгрузочной тележки, ремонтных материалов и оборудования. Вследствие нарушения эксплуатационного режима работы склада балки перекрытия подверглись сильному коррозионному износу. Продукты отсева (песок и пыль) не вывозятся своевременно, штабели насыпаются выше проектной отметки, вследствие чего конструкции пролетных строений оказываются засыпанными песком. В отдельных местах балки оказываются засыпанными песком на всю высоту (см. фото рис. 1). Для уменьшения запыленности внутризаводской среды продукты отсева увлажняются путем распыления над штабелем воды (орошение). Влажный песок и пыль, скапливаясь на поясах балок, создают благоприятную для коррозии среду. Наибольший коррозионный износ пояса и стенки имеют в местах расположения разгрузочных решеток. На нижних участках стенок отдельные балки имеют 100% износ (сквозные отверстия). По результатам измерения сечений коррозионный износ балок по прочности на изгиб достигает 22,7...40%, что требовало их безотлагательного усиления или полной замены.

На основании материалов обследования конструкций галереи были разработаны чертежи по усилению балок перекрытия склада песка и рекомендуемая последовательность выполнения работ по восстановлению эксплуатационной надежности их.

АНАЛИЗ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ГАЛЕРЕИ

Проверочный расчет конструкций пролетного строения галереи склада песка выполнен для блока, параметры которого приведены в табл. 1:

Таблица 1 – Геометрические данные к расчетной схеме блока

№	Показатели	Значения
1	Длина блока L, м	36,0
2	Ширина блока B, м	7
3	Высота блока (по обушкам ферм) H, м	6,5
4	Расстояние между балками покрытия и перекрытия, м	6,0
5	Отметка низа ферм, м	15,6

Статический расчет конструкций блока галереи выполнен на программном комплексе «Лири Windows» v.9 как пространственной стержневой системы с учетом отклонений верхних узлов ферм от вертикали.

Влияние коррозионного износа и повреждений производилось с учетом уменьшения расчетного сечения и изменения геометрических характеристик его путем компьютерной обработки результатов замеров сечений элементов. Для балок перекрытия, имеющих сплошные поражения стенок коррозией, состояние которых было оценено как неработоспособное, проверочные расчеты не производились, т.к. требовалась их полная замена. Эти балки были приняты из прокатного двутавра 70Б1.

Расчет пролетных строений с учетом фактических нагрузок, пространственной работы и имеющихся дефектов позволяет сделать заключение, что уровень напряжений во всех элементах ферм находится в допустимых пределах.

В процессе подготовительных работ по усилению балок перекрытия произошло разрушение одной из них. Балка потеряла несущую способность в месте полного коррозионного разрушения стенки в момент нахождения над ней разгрузочной тележки.

Верхний пояс, в месте разрушения стенки потерял устойчивость в вертикальной плоскости, балка получила большие прогибы, все элементы перекрытия, поддерживаемые ею, также сильно деформировались (рис. 3).

Дальнейшая эксплуатация галереи становилась невозможной. Детальные обследования разрушенной балки выявили нецелесообразность усиления ее, требовалась полная замена. А это в свою очередь было связано с демонтажем всех конструктивных элементов, опирающихся на балку (железобетонных плит, конвейерных прогонов и балок, разгрузочных решеток, самого конвейера), что приводило к остановке всего производства, т.к. технологический цикл замыкается на складе песка. Такой вариант был неприемлем.

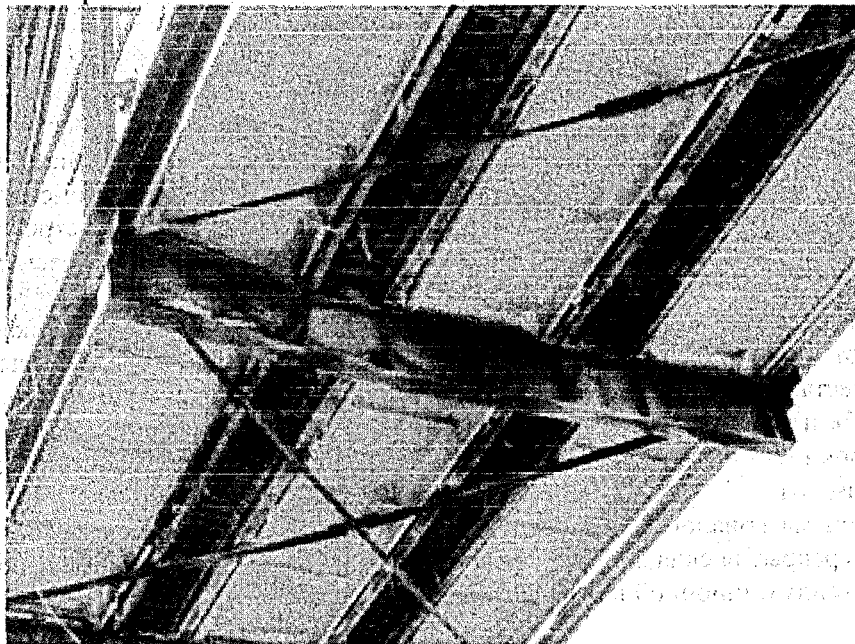


Рисунок 3 – Разрушение балки перекрытия

Поэтому было рассмотрено несколько вариантов. По одному из них предлагалось уплотнить бульдозером штабель песка под галереей, выложить шпальную клетку, на которую установить страховочные леса и произвести замену балки. Однако реализации этого варианта была связана с техническими трудностями и условиями соблюдения техники безопасности.

Было найдено и реализовано более универсальное решение: подведение с обеих сторон разрушенной балки монтажных балок, на которые временно передается нагрузка от элементов перекрытия (рис. 4). Для подвески монтажных балок потребовалось уширить узловые фасонки ферм в местах примыкания стоек и сделать вырезы в узлах крепления раскосов.

Вследствие разрушения балки, были разработаны чертежи по замене ее с учетом имеющегося в наличии проката. Проект усиления конструкций надштабельной галереи был разработан с учетом заключения о техническом состоянии эксплуатируемых конструкций, составленного по результатам обследования. Было выявлено, что и для ряда других балок также требуется безотлагательная замена.

При замене балок нагрузка от веса конструкций перекрытия и технологического оборудования временно передавалась на монтажные балки, подвешиваемые к узлам ферм.

РАСЧЕТ МОНТАЖНОЙ БАЛКИ

Монтажная балка была рассчитана на постоянную, временную длительную, кратковременную технологическую и кратковременные нагрузки.

Проверочный расчет выполнен для балки сечением I40 с консольными свесами по 500 мм для строповки.

Статический расчет на приведенные выше нагрузки выполнен на программном комплексе «Lira Windows», v.9.

Монтажная балка подвешивается к узловым фасонкам, выпущенными за нижние пояса ферм по обе стороны от демонтируемой балки перекрытия. Для возможности строповки вспомогательные балки имели консольные свесы по 500 мм с каждой стороны.

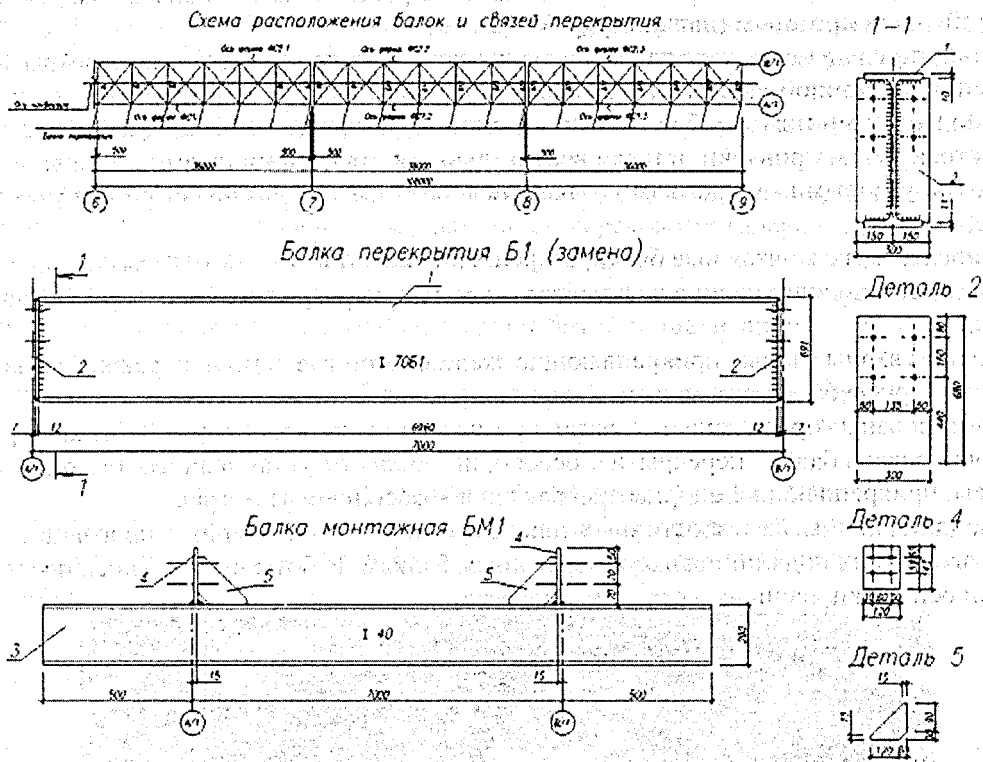


Рисунок 4 – Балка замены Б1 и монтажная балка БМ1

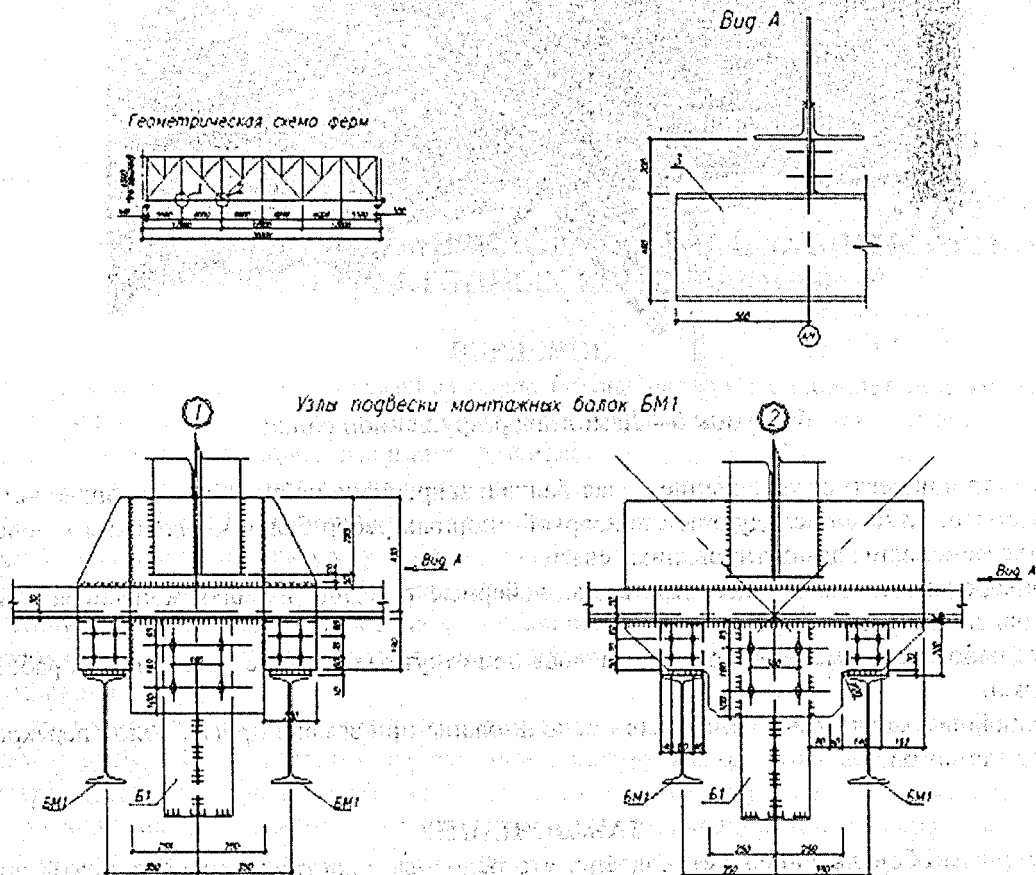


Рисунок 5 – Узлы подвески монтажных балок

За расчетную длину балки из ее плоскости принято расстояние от опоры до закрепления сжатого пояса конвейерным прогоном (дальним) $l_{ef}=390$ см

Была принята следующая технология выполнения работ по замене балки перекрытия и восстановлению эксплуатационной надежности галереи:

1. Для подвески монтажных балок было выполнено уширение узловых фасонки ферм в местах примыкания стоек путем приварки деталей вертикальными стыковыми швами к узловым фасонкам и горизонтальными угловыми - к кромкам уголков нижнего пояса и сделаны вырезы в узлах крепления раскосов (рис. 5).

2. Установлены две монтажные балки, закрепленные болтами к узловым фасонкам.

3. Произведено подклинивание железобетонных плит перекрытия, конвейерных прогонов и балок конвейера.

4. Срезаны сварные швы, прикрепляющие железобетонные плиты перекрытия, конвейерные прогоны и конвейерные балки к заменяемой балке.

5. Демонтированы горизонтальные связи, примыкающие к опорным узлам балки перекрытия.

6. Демонтирована балка перекрытия, освободив опоры от установочных болтов и срезав вертикальные швы, прикрепляющие опорные ребра балки к фасонкам ферм (рис. 6).

7. Приподняты концы железобетонных плит перекрытия, конвейерных прогонов и балок конвейера и произведено их подклинивание к монтажным балкам. Работы выполнялись последовательно с обеих сторон оси балки, начиная с середины пролета.

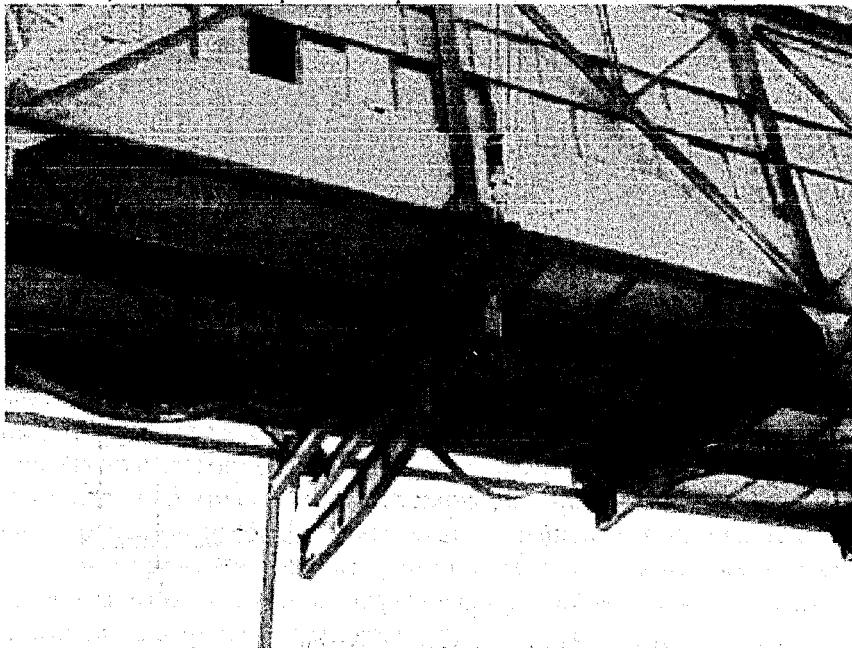


Рисунок 6 – Демонтаж разрушенной балки

8. Поднята в проектное положение новая балка и закреплена на опорах с помощью четырех установочных болтов М20 с последующей приваркой опорных ребер балки к выпускам узловых фасонки ферм. Восстановлены демонтированные связи.

9. Приварены железобетонные плиты, конвейерные прогоны и балки конвейера к верхнему поясу установленной балки.

10. Все работы по замене балок выполнялись при отсутствии в зоне производства работ разгрузочной тележки.

В дальнейшем монтажные балки были использованы при замене других балок перекрытия как инвентарные элементы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Натурным обследованием установлено, что основные конструктивные элементы пролетных строений надштабельной галереи склада песка, металлические фермы, имеют значительные дефекты и отклонения. Шпренгельные стойки в отдельных фермах установлены с отклонением от вертикали на 200-300 мм, отклонения же верхних поясов ферм из плоскости достигают 350 мм.

В результате длительных атмосферных воздействий окрасочное покрытие изношено. Металлические конструкции поражены поверхностной коррозией, а в местах скопления пыли — язвенной коррозией. Все это потребовало выполнения проверочных расчетов с учетом выявленных дефектов.

2. Вследствие длительного срока службы и нарушения эксплуатационного режима работы склада, балки перекрытия подверглись коррозионному износу, что потребовало их усиления или полной замены.

Выполненными исследованиями было установлено, что технологически и экономически более целесообразным является не усиление сварных балок перекрытия галереи, подвергшихся сильному коррозионному износу, а их полная замена прокатными.

3. Разработанное конструктивное решение и технология выполнения работ позволили выполнить замену балок перекрытия в кратчайшие сроки без остановки производства в условиях действующего предприятия.

4. Приведенное решение может быть использовано и при усилении и реконструкции зданий и инженерных сооружений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий / Госстрой СССР. — М.: 1985.
2. Пособие по проектированию конвейерных галерей (ГПИ Ленпроектстальконструкция Госстроя СССР). — М.: Стройиздат, 1989.
3. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. — М.: 1986.
4. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия (Дополнения. Разд. 10. Прогибы и перемещения) / Госстрой СССР. — М.: 1988.
5. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции / Госстрой СССР. — М.: 1991.
6. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. — М.: 1985.
7. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР. М.: 1985.
8. Справочник проектировщика. Металлические конструкции. Том 3. Под общей ред. В. В. Кузнецова (ЦНИИ проектстальконструкция им. Н. П. Мельникова) — М.: Изд. АСВ, 1999.
9. Руководство по проектированию транспортных галерей (Ленинградский Промстройпроект). — М.: Стройиздат, 1979.

УДК 624.012.45/46

Белюсова Г. Н., Золотухин Ю. Д.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АНТИКОРРОЗИЙНОЙ ЗАЩИТЫ АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

ВВЕДЕНИЕ

Существующее мнение, что щелочная среда бетона надежно сохраняет арматурную сталь за счет образования на ее поверхности пассивных пленок, справедливо только в том случае, когда арматура тщательно очищена от следов омеднения и окислов.

Рассмотрение проблем повышения долговечности железобетонных конструкций должно осуществляться в двух аспектах: изучения характеристик окружающей среды и выявления ведущих факторов воздействия среды на арматуру и бетон, особенно на железобетонные конструкции в целом; изучения механизма и кинетики коррозионных процессов и разработки на этой основе способов повышения стойкости бетона и железобетона в агрессивных средах.

Можно привести много примеров недостаточной длительности сроков службы бетона в различных условиях [1-5].

Коррозия арматуры в настоящее время является одной из главных причин повреждения железобетонных конструкций. Недостаточная толщина защитного слоя, повышенная проницаемость бетона, подвергавшегося тепловой обработке, не создают достаточно надежной защиты стальной арматуры от коррозии в эксплуатационных условиях повышенной влажности и температуры.

Систематическое изучение проблем коррозии и защиты арматуры железобетонных конструкций начала Центральная лаборатория коррозии НИИ бетона и железобетона АСИА СССР под руководством Москвина В.Т. Значительные работы в этой области выполнены Алексеевым С.М., Ивановым Ф.М., Калмыковым В.В. и многими другими.