

стым материалом, с прослоями глинисто-карбонатных пород. Стволом вскрыты промышленные калийные горизонты на глубине 589,8 и 795,6 м. Прочность глинистых и карналлитовых пород не превышает 15 МПа, каменной соли и сильвинита изменяется в пределах 25–30 МПа. Кроме прочности указанные породы сильно отличаются по водоносности. Мезозойско-кайнозойские пески и супеси сильно обводнены и представляют собой водоносный комплекс, а девонские отложения представлены слабообводненными и слабоводопроницаемыми породами ГМТ.

Кроме того, с изменением длины ствола изменяется и его жесткость, что вызвано изменением плотности и толщины заполнителя закрепного пространства от сечения к сечению. Поэтому для проведения расчетов необходимо определить характер естественного поля напряжений на рассматриваемом участке и установить значения главных напряжений в массиве, а также учесть изменения этих параметров в динамике в зависимости от срока эксплуатации вертикальной шахты.

При компьютерном моделировании вертикальных стволов шахт применяются следующие граничные условия: для нижней грани ограничены вертикальные перемещения, для боковых граней – перемещения в направлении, перпендикулярном плоскостям граней, верхняя грань модели обычно загружается равномерно распределенным вертикальным давлением от вышележащей породной толщи.

Реальная форма породного контура и геометрия сечения ствола при буровзрывном способе проходки обычно искажены. Вместо предполагаемых гладких поверхностей по факту образуется неровная поверхность со сложной геометрией. С течением времени образовавшиеся неровности запланированного концентрического контура становятся более выраженными, что обусловлено влиянием отслаивания, коррозии и вымывания. В результате этого горизонтальное сечение монолитной бетонной крепи представляет собой фигуру неправильной формы с переменной жесткостью.

Все нюансы учесть при создании компьютерной модели практически невозможно, тем более, что вероятность присутствия многих из них носит стохастический характер. Поэтому возможно принятие некоторых допущений. Для создания модели конкретного сооружения необходимо провести отдельное исследование в зависимости от геологических характеристик горных пород, использовать соответствующие корректирующие коэффициенты с поправкой на время и условия функционирования ствола шахты, в качестве исходных для моделирования данных использовать результаты исследований толщины, прочности и состояния металлической и бетонной крепи неразрушающими методами.

УДК 696.48-67

МОДИФИКАЦИЯ БЕТОНОВ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

М. Н. ДОЛГАЧЕВА, Т. В. ЯШИНА,

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Целью модификации бетонов в транспортном строительстве является создание композитов с высокими эксплуатационными и технологическими свойствами, отвечающих требованиям долговечности и надежности транспортных объектов.

Современные бетоны как композиционные материалы отличаются наличием в составе высокоэффективных многокомпонентных добавок, способных модифицировать реологические и прочностные свойства бетонной смеси и бетона.

Улучшение технологических параметров бетонной смеси отмечается при применении более пластичных составов, содержащих сильнопластифицирующие добавки (с оценкой подвижности по растекаемости смеси до 60 см). Положительная отличительная особенность – снижение водоцементного отношения при высокой удобоукладываемости, способствующее повышению прочности и других конструктивно-технических свойств бетона.

Учитывая возможность замены части непрогидратировавших зерен цемента минеральными тонкодисперсными наполнителями, следует компенсировать потерю подвижности введением гиперпластификаторов. Повысить эффективность введения микронаполнителей возможно путем применения бинарных кварцево-доломитовых наполнителей, приготовления бетонной смеси по интенсивной раздельной технологии [1].

Создание многокомпонентных бетонных систем требует корректировки технологических параметров их приготовления. Наиболее рациональной представляется отдельная технология, включающая наполнение связующего в сочетании с модификацией (на микроуровне) и приготовление бетонной смеси (на макроуровне). При этом должны быть определены оптимальные режимы введения и перемешивания разных компонентов смеси.

При применении супер- и гиперпластификаторов серии Хидетал – ГП-9 разных модификаций отмечалось существенное увеличение подвижности бетонной смеси с микронаполнителями без увеличения водосодержания, при этом сохранялись высокими показатели прочности, морозостойкости, водонепроницаемости. Как следствие – повышение долговечности железобетонных конструкций зданий и сооружений на транспорте.

Интенсификации процесса бетонирования при проведении ремонтно-восстановительных работ в транспортном строительстве способствует применение современных химических модификаторов, обладающих ускоренным набором прочности: через 36–72 часа достигается до 70 % проектной прочности бетона.

Более высокой степени наполнения, экономии вяжущих и удешевления железобетонных элементов конструкций можно достичь с повышением эффекта пластификации путем введения в бетонные смеси химических модификаторов нового поколения с гиперпластифицирующим эффектом. В сочетании с введением в бетонный композит микронаполнителей удается достичь до 35 % экономии цементного вяжущего.

Анализ структурообразующей способности дисперсного наполнителя показал, что она в большей степени проявляется при введении наполнителя в цементно-водную суспензию. Наблюдаемое упрочнение оптимально наполненной полимерцементной системы независимо от активности наполнителя позволяет считать, что наполнители в полимерцементном камне участвуют в процессе самоорганизации структуры, образуя смешанные структуры типа «вяжущее – наполнитель». При одинаковом расходе воды в наполненной полимерцементной системе (с учетом воды в полимере и химической добавки) с увеличением количества полимерной фазы растет прочность, при некотором снижении подвижности, благодаря упрочняющему действию полимерной фазы. Снижение подвижности может быть компенсировано современными гиперпластификаторами нового поколения с ещё большей эффективностью.

Сравнительный анализ результатов экспериментов показывает способность добавок оказывать ускоряющий эффект в наборе прочности в первые сутки твердения. Однако наличие полимерного компонента несколько снижает эту интенсивность набора прочности, при этом достигаются проектные сходственные показатели к концу выдерживания. Это объясняется тормозящим эффектом высыхающих пленок полимера. Оптимальное наполнение ПЦ связующего, в котором 30 % цемента заменено минеральным наполнителем оптимальной дисперсности, позволяет значительно экономить ресурсы, но требует специальной усовершенствованной технологии.

Применение тонкодисперсных минеральных наполнителей в комплексе с современными химическими модификаторами уменьшает расход полимерцементных вяжущих (до 30 %). При этом отмечается повышение качества бетона и долговечности железобетонных конструкций. Чем выше эффект гиперпластификации, тем более высокой степени наполнения, экономии вяжущих и удешевления конструкций можно достичь.

Использование при зимнем бетонировании эффективных противоморозных добавок нового поколения (например, Зимняя-П-3 и др.), позволяет бетонировать при температурах ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, что актуально при проведении ремонтно-восстановительных работ и строительстве в климатических условиях Республики Беларусь.

Создание сложных композитных бетонов, включающих поливинилацетатцементное связующее, минеральные наполнители оптимальной дисперсности, придаёт высокие адгезионные свойства к поверхностям старого бетона, металла, повышает коррозионную стойкость железобетонных элементов конструкций, износостойкость, долговечность, надежность транспортных объектов [2].

Эффективность применения химических добавок нового поколения в комплексе с тонкодисперсными наполнителями в бетонах и растворах состоит не только в улучшении строительно-технических свойств (повышении удобоукладываемости смесей, значительном ускорении их твердения, повышении плотности, однородности, водонепроницаемости, морозостойкости бетонов), но и в уменьшении дефектности конструкций, а следовательно, повышении качества и долговечности искусственных сооружений и надежности зданий и сооружений на транспорте.

Список литературы

- 1 Яшина Т. В. Наполненные полимерцементные композиты строительного назначения / Т. В. Яшина, В. И. Соломатов // Известия вузов. Раздел строительства: Научн. теор. журнал. – 1991. – № 12. – С. 46–50.
- 2 Алексеева, А. А. Модификация бетонов для транспортного строительства / А. А. Алексеева, Т. В. Яшина // Проблемы современного строительства : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БНТУ, 2019. – С. 231–233.

УДК 624.21/.8:624.01/.04

ДЕГРАДАЦИЯ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ КАК ПРИЧИНА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Р. Ю. ДОЛОМАНЮК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Для Республики Беларусь, входящей в единую транспортную систему Европы и имеющей на своей территории более 6 тыс. мостов, обеспечение их бесперебойной работы является важнейшей государственной задачей.

Основную долю конструкций зданий и сооружений, эксплуатируемых в настоящее время, составляют железобетонные конструкции (ЖБК) различных типов. Мостовые сооружения, являясь первоочередными элементами на сети дорог Беларуси, в процессе эксплуатации должны эффективно и качественно удовлетворять условиям бесперебойного и безопасного движения транспортных средств с расчетными скоростями и нагрузками в течение заданного срока эксплуатации.

Международный опыт развития дорожно-транспортной инфраструктуры показывает, что даже в самых развитых странах происходит недофинансирование дорожной отрасли, то есть уровень запросов пользователей всегда выше возможного уровня финансирования. В такой ситуации достигнуть максимальной стабильности дорожной сети можно лишь за счет внедрения и реализации оптимизированного программно-целевого подхода, а именно обоснованного и своевременного вложения имеющихся средств. Именно этой цели служат расчетно-аналитические модули определения необходимых средств: на содержание сооружений, на все виды ремонта, необходимых для обеспечения прогнозной долговечности сооружений.

На сегодняшний день в мировой инженерной практике, наряду с конструктивным проектированием строительных ЖБК используется термин «проектирование долговечности», или «срок службы». К наиболее опасным процессам, влияющим на долговечность железобетонных мостовых сооружений, относят карбонизацию защитного слоя бетона и проникновение хлоридов (рисунок 1).

Данный подход направлен на определение времени наступления предельного состояния железобетонных конструкций при помощи специальных алгоритмов, позволяющих прогнозировать процесс деградации конструкции с определенной степенью точности и при необходимости корректировать проектные решения для достижения требуемого срока службы [1, 2].

Целью работы является исследование выбранной модели прогноза долговечности железобетонных пролетных строений и путепроводов на стадии проектирования, позволяющей прогнозировать их срок службы в виде функции времени в зависимости от физико-механических свойств бетона и стальной арматуры, условий эксплуатации [1, 2].

Модель рассматривает два периода граничных состояний:

а) период инициирования коррозии стальной арматуры:

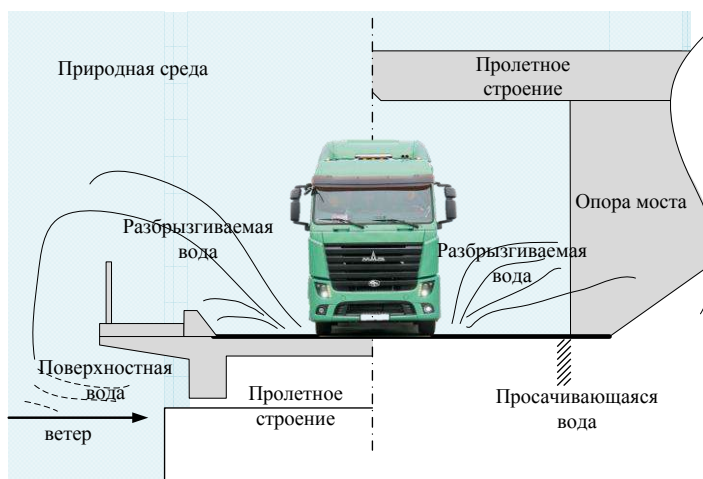


Рисунок 1 – Зоны моста с разным воздействием хлоридов

Модель рассматривает два периода граничных состояний:

а) период инициирования коррозии стальной арматуры: