

- чення чисельного значення температурного коефіцієнта лінійного розширення асфальтобетону / Є.В. Дорожко, В.М. Ряпухін // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: наук.-тех. збірник. – 2013. – Вип. 89. – С. 61-71.
4. Афиногенов О.П. Проектирование жестких дорожных одежд / О.П. Афиногенов. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2004. – 227с.
 5. Дорожко Є.В. Рекомендації з вдосконалення методу розрахунку тонких асфальтобетонних шарів на жорсткій основі / Є.В. Дорожко, В.М. Ряпухін // Сучасні технології будівництва й експлуатації автомобільних доріг: матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – 2013. – С. 36-41.
 6. ВБН В.2.3-218-186 2004 Дорожній одяг нежорсткого типу.
 7. Dorozhko Evgeniy. Basic theoretical background for calculation of thin asphalt concrete coverings on a rigid base / Evgeniy Dorozhko, Vyalyiy Ryapuhin // Transbaltica 2013. Proceedings of the 8th International Scientific Conference. – 2013. – P. 182-185.

УДК 624.012.04

Юнис Башир Н., Аль-хавари Юсеф Рияд

Харковский национальный университет строительства и архитектуры

АНАЛИЗ КОРРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ИОРДАНИИ

Актуальность темы. Природные зоны Иордании (рис.1) характеризуются сухим климатом со значительными суточными перепадами температуры и низким среднегодовым уровнем осадков (около 150 мм/год). Эти территории являются засушливыми со скудным поверхностным стоком вод, в связи с тем, что основную часть страны занимают пустыни [1]. Анализ влияния природно-климатических условий эксплуатации железобетонных конструкций в Иордании актуально и необходимо для оценки факторов риска и состояния, эксплуатируемые в агрессивных средах конструкций.

Анализ литературных источников. Исследования вопросов коррозии железобетонных конструкций представлены в работах Бондаренко В.М., Ерофеева В.Т., Овчиникова И.Г., Римшина В.И., Селяева В.П., Степановой В.Ф., Чиркова В.П. и других учёных [2-6].

Основной материал. Основной проблемой для эксплуатируемых в Иордании

конструкций безусловно является действие агрессивных солей, которые присутствуют как в почвах, так и в морской воде. И в том и в другом случаях кристаллы соли выпадают в осадок, кольматируя (заполняя) пустоты в бетоне. На начальном этапе это позитивный процесс, ведущий к уплотнению бетона и повышению его прочности. Однако в последующем продукты кристаллизации настолько увеличиваются в объёме, что начинают рвать структурные связи, приводя к интенсивному трещинообразованию и многочисленным локальным разрушениям бетона.

Далее представлен более детальный анализ визуальных примеров коррозии арматуры в Иордании.

Почвенная коррозия. Почвы в Иордании преобладают бурые и коричневые, в их состав входит гипс и большое количество солей, местами распространены солонцы и солончаки (рис.1 а,б) [1]. Преобладают красно-бурые глинистые почвы, подверженные процессам эрозии, как показано на рис. 2.

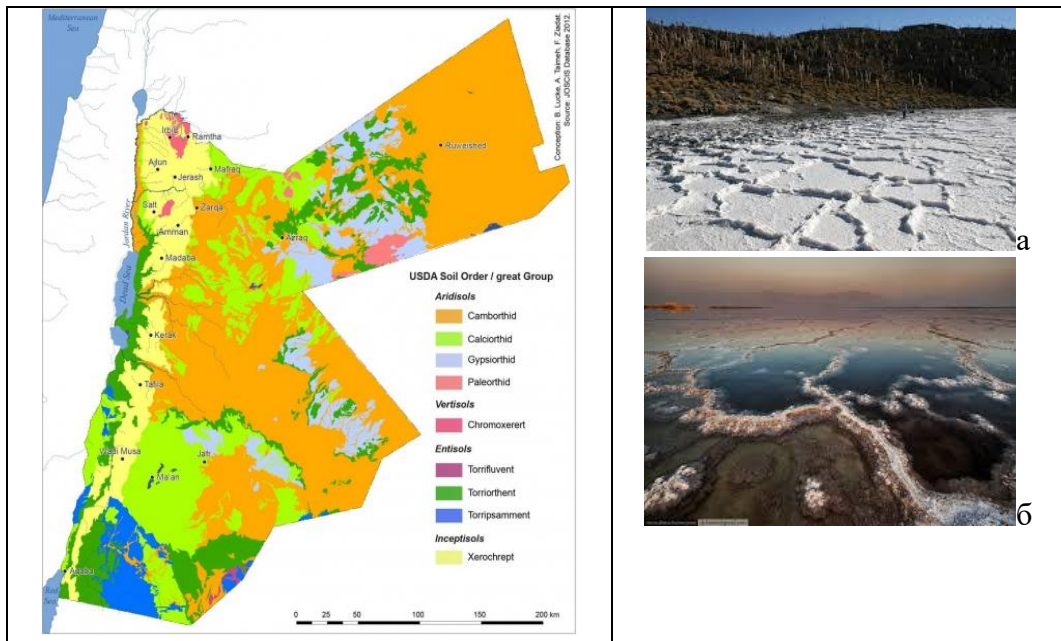


Рис.1. Природные зоны Иордании:
а,б -солонцы и солончаки.

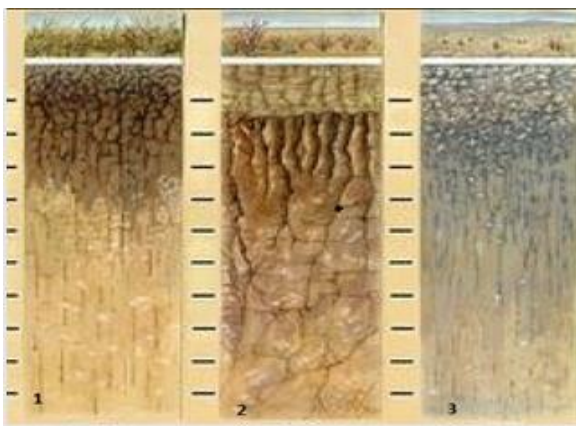


Рис 2. Характеристика полупустынной почвы Иордании:
1 - коричневые засушливые соли; 2 - регосолы; 3- вертисолы.

Больше всего легкорастворимых солей в коричневых засушливых почвах - 1,83 %, в регосолях и вертисолях их содержание составляет соответственно 1,22 и 1,18 [7,11]. Повышенная солонцеватость коричневых засушливых почв согласуется и с большим содержанием в них легкорастворимых солей. Соленость грунта оказывает огромное влияние на его электропроводность. С увеличением содержания солей легче протекают анодный и катодный электродные процессы, что снижает электросопротивление. Почти всегда опреде-

лив электропроводность грунта можно судить о его степени коррозионной агрессивности.



Рис. 3. Последствия почвенной коррозии в Иордании.

Эти характеристики природно-климатической зоны Иордании указывают на агрессивную среду для железобетонных изделий. В результате воздействия агрессивных сред почвенной коррозии подвергаются различного назначения трубопроводы, резервуары, сваи, опоры, кабеля, обсадные трубы скважин, всякого рода металлоконструкции, эксплуатируемые в почве, срок службы строительных конструкций значительно снижается и приводит к многочисленным повреждениям и деформациям (рис.4).



Рис. 4. Коррозионные разрушения железобетонных конструкций в несущих конструкциях Иордании.

Влияние температуры. Изменение температуры по-разному влияет на процессы, протекающие на катоде и аноде, и может привести к изменению полярности электродов (рис.5). Значительное различие температур на конструкции, имеющей большую протяженность (подземный трубопровод) может быть причиной образования термогальванических коррозионных пар, которые обеспечивают усиление местной почвенной коррозии. Температура оказывает значительное влияние на ход процесса электрохимической коррозии, т.к. изменяет растворимость вторичных продуктов коррозии, деполяризатора, влияет на скорость диффузии, степень анодной пассивности, перенапряжение процессов на электродах и др [9].

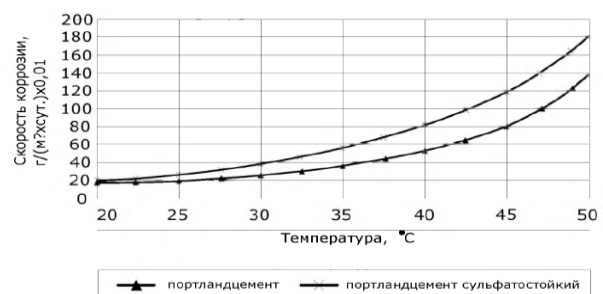


Рис. 5. Зависимость увеличения скорости коррозии железобетонных конструкций от температуры воздуха.

Влажность воздуха. Материал наружных и внутренних ограждающих конструкций обладают определенной гигроскопичностью и паропроницаемостью, что предопределяет их влажностный режим. При относительной влажности воз-

духа менее 60% (в Иордании с\год влажность воздуха 30-65%) [1] омическое сопротивление поровой жидкости очень велико, это приводит к нарушению ионной проводимости внешней цепи коррозионной пары, что способно полностью остановить коррозию железобетонных конструкций.

Морская коррозия. Соленость воды – влияет на скорость протекания морской коррозии незначительно. Соленость воды в Иордании колеблется от 20% до 35,6% [1,7]. Морская коррозия вблизи ватерлинии (зона периодического смачивания водой) всегда носит усиленный характер. Это связано с облегченным доступом кислорода к поверхности (усиленной аэрацией поверхности металла); агрессивным влиянием брызг (на месте высохших брызг остаются кристаллики соли, которые препятствуют образованию защитных пленок); поверхностный слой морской воды более прогретый солнечными лучами и в условиях усиленной аэрации идет усиление коррозии металла [10,11]. На рис. 6 приведен ряд примеров коррозии железобетонных конструкций, эксплуатируемых на берегу Мёртвого моря в Иордании.



Рис. 6. Характер разрушения железобетонных конструкций в морской среде: а-железобетонный столб; б- железобетонная плита.

Наличие зазоров и щелей в металлоконструкциях, которые можно увидеть на рисунке 6, очень негативно влияет на состояние металла. Металл в щели плохо аэрирован и играет роль анода, и происходит его усиленное растворение. Кроме того, присутствие в морской воде различных микроорганизмов (бактерии, моллюски, кораллы и т.д.) возникают различные неровности, происходит разрушение поверхности, усиленное коррозионное разрушение в щелях и зазорах. С повышением концентрации кислорода скорость коррозии увеличивается. В результате при электрохимической коррозии коррозионные процессы протекают в водных растворах электролитов, во влажных газах, в расплавленных солях и щелочах. Характерным является возникновение электрических токов как результата коррозионного процесса, при этом в железобетонных конструкций и закладных деталях одновременно протекают окислительный и восстановительный процессы.

Выводы. На основании проведенного анализа существующей литературы и визуальных примеров коррозии железобетонных конструкций в Иордании можно сделать заключение о том, что обнаруженные при обследовании дефекты разделяются на следующие по степени важности группы. Дефекты, приводящие к снижению и потере несущей способности (1); частично снижающие несущую способность с изменением геометрических размеров (2); отклонения в геометрических размерах при сохранении несущей способности, вызывающие непригодность к технической эксплуатации (3). Для оценки степени повреждения коррозии железобетонных конструкций предложена табл. 1.

Предложенная оценка степени повреждений железобетонных конструкций при различных видах протекания показывает наиболее высокую степень коррозионного повреждения в условиях почвы и морской среды эксплуатации железобетонных конструкций в Иордании.

Таблица 1 – Оценка степени коррозионных повреждений железобетонных конструкций при различных видах условий протекания.

Степень коррозионного повреждения Виды коррозии по условиям протекания	Снижение несущей способности (1)	Частичные повреждения (2)	Непригодность к технической эксплуатации (3)
Почвенная коррозия	30-50 %	20-15%	< 10 %
Влияние температуры	2-3%	2-3%	< 0-3%
Влажность воздуха	30-35%	35-37%	< 7%
Морская коррозия	40-30 %	< 10%	< 5-3%
Прочие	15-10 %	< 10%	< 0-1%

Кроме того, следует учитывать и косвенные убытки, связанные с отказом оборудования, пришедшего в негодность из-за коррозионных процессов, его простоя, замены или ремонта, порчей продукции других производств в следствии загрязнения ее продуктами коррозии, высокими допусками на коррозию, стоимостью дополнительно потраченной электроэнергии, воды, материалов и др. К прямым - стоимость испорченных коррозией конструкций.

По мнению авторов, замена железобетонных конструкций на более современные и экологичные, и что наиболее ценно, устойчивые к воздействию агрессивных сред, является экономически наиболее рациональным при дефиците в Иордании металла, который необходим для железобетонных изделий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Природно-климатические зоны Иордании [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BE%D1%80%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F>
2. Бондаренко В.М., Мигаль Р.Е. Силовое сопротивление наклонных сечений, поврежденных коррозией изгибаемых железобетонных элементов. Вестник отделения строительных наук РААСН, выпуск 10, Владивосток 2006, с.47-51
3. Ерофеев В. Т., Комохов П. Г., Смирнов В. Ф. и др. Защита зданий и сооружений от микробиологических повреждений. СПб.: Наука, 2009.
4. Ерофеев В.Т. Защита зданий и сооружений от биоповреждений биоцидными препаратами на основе гуанидина. монография; под ред. П. Г. Комохова, В. Т. Ерофеева, Г. Е. Афиногенова. Издательство Наука, Санкт-Петербург, 2010. (Изд. 2-е, испр.)
5. Римшин В. И. Повреждения и методы расчета усиления железобетонных конструкций: Диссертация доктора технических наук: 05.23.01. - Москва, 2001. - 333с.
6. Чирков В.П., Латушкин С.Н., Павлов Ю.А., Федоров В.С., Швидко Я.И., Евстифеев В.Г., Шавыкина М.В.; Под ред. В.П.Чиркова. Строительные конструкции: Учебник для вузов.М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. - 448 с.
7. Харин, Н. Г. Оценка и картографирование опустынивания засушливых земель Азии / Н. Г. Харин, Р. Татенши, Х. Харахшех // Опустынивание и деградация почв: матер, междунар. науч. конф., Москва, 11-15 нояб. 1999 г. / МГУ. М., 1999. - С. 74-97.
8. Abu-Dalbuh M. O. Soil in the north-western Jordan / M. O. Abu-Dalbuh, N. P. Chizikova, M. P. Verba. M., 2003. - 200 p.
9. Арматура и коррозия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://krassx.ru/novosti/1137-armatura-i-korroziya.html#sthash.R7RUCFss.dpuf>
10. Коррозионные исследования [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.okorrozii.com/korrozionnie-issledovaniya.html>
11. Халиль, И.М. Климатические факторы, обуславливающие опустынивание в Иордании [Текст] / И.М. Халиль, А.А. Околева // Известия Нижневолжск. агроуниверситетского комплекса. Серия "Наука и высшее проф. образование". - 2006. - № 4. - С. 54-56 (60 %, 0,19 п. л.).