

РЕМОНТНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОР ЛЭП

Шляхова Е.А., Запруцкий А.А.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается вопрос приготовления бетонных смесей, подбор ремонтных составов для восстановления опор ЛЭП. Приведены теоретические основы процесса приготовления смеси. Обоснована необходимость внедрения ремонтных составов. Проведены сравнительные испытания по разным методам приготовления смеси.

Ключевые слова. Стойка опор ЛЭП, бетонная смесь, удобоукладываемость, ремонтно-восстановительные работы, мелкий заполнитель.

REPAIR COMPOUNDS FOR RESTORATION OF REINFORCED CONCRETE TRANSMISSION LINE SUPPORTS

Shlyahova E.A., Zaprutskiy A.A.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation. The article considers the issue of preparation of concrete mixtures, selection of repair compositions for restoration of power line supports. Theoretical bases of the mixture preparation process are given. The need to introduce repair compounds is justified. Comparative tests were carried out on different methods of preparing the mixture.

Keywords. Power line support rack, concrete mixture, workability, repair and restoration works, fine aggregate.

В настоящее время невозможно представить себе агропромышленный комплекс России без электроснабжения. Ежегодно увеличивающаяся потребность сельского хозяйства в электроэнергии для внедрения инновационных технологий, эксплуатации новых машин и механизмов влечет за собой увеличение объемов строительства объектов электроснабжения. Сейчас в эксплуатации в сельских районах находится значительное количество воздушных линий электропередач (ЛЭП), многие из которых введены в эксплуатацию еще в 50-60-х годах прошлого столетия. ЛЭП представляют собой сложный технологический и конструктивный комплекс, состоящий из значительного количества структурных элементов, к которым относятся опоры и их элементы, заземляющие устройства, трубчатые разрядники, провода и их крепления, и другое. В настоящей работе в качестве объекта исследований выбраны стойки опор ЛЭП – конструкции, выполняющие основную несущую функцию в составе ЛЭП, от надежности которых будет зависеть долгосрочная безаварийная работа всей ЛЭП.

Согласно действующим нормативам, проектный срок службы железобетонных стоек составляет свыше 100 лет, однако даже сравнительно недавно введенным в эксплуатацию объектам могут требоваться ремонтно-восстановительные работы, что связано с жесткими условиями их эксплуатации. Выполнение таких работ в условиях сельской местности позволит продлить срок службы объектов энергообеспечения, при этом одним из определяющих факторов является эффективность ремонтно-восстановительных работ с использованием ремонтных составов.

Как известно [1], свойства такого конструкционного материала, как бетон во многом предопределяются особенностями технологии приготовления бетонной смеси. Состав бетонной смеси и ее технологические характеристики должны обеспечивать достижение бетоном в заранее заданные сроки требуемых показателей строительно-технологических свойств бетона и эксплуатационных характеристик получаемого материала. Кроме того, бетонная смесь должна отвечать ряду технологических требований, обусловленных в каждом конкретном случае действующими способами, техническими возможностями и технологическими параметрами перемешивания исходных компонентов, формования, уплотнения и гидратационного твердения.

При любой технологической схеме производства конструкций и изделий, независимо от вида бетона, приготавливаемая бетонная смесь должна отвечать двум основным требованиям. Во-первых, сохранять в процессах транспортирования, выгрузки из транспортных средств и укладки в опалубку или в форму однородность, достигнутую в процессе приготовления смеси. Во-вторых, в соответствии с

принятым способом и условиям бетонирования обеспечивать надлежащую удобоукладываемость, которая характеризуется установленными нормативами показателями жесткости, либо подвижности смеси.

Однородность бетонной смеси обеспечивается ее внутренней связностью, предотвращающей возможность расслоения и отделения воды затворения от минеральных компонентов.

Удобоукладываемость, предопределяющая формуемость, является способностью бетонной смеси принимать требуемую форму с обеспечением при этом однородности строения бетона и монолитности его структуры.

Перемешанная бетонная смесь является сплошной гетерогенной системой еще до проявления взаимодействия с водой минерального вяжущего вещества. С появлением в твердеющей системе внутренних сил, обусловленных физико-химическим взаимодействием между тонкодисперсными частицами твердой фазы и водой, к которым относятся межмолекулярное сцепление, поверхностное натяжение воды в порах и капиллярах, вязкое трение и другие, бетонную смесь можно рассматривать как единое физическое тело, обладающее некоторыми физико-механическими свойствами и определенными реологическими характеристиками [2]. Числовые показатели этих свойств определяются составом бетонной смеси, свойствами ее исходных компонентов и технологическим способом приготовления смеси.

Для роста кристаллов новообразований гидратирующихся клинкерных минералов цемента наиболее активной подложкой служат гидрофильные поверхности зерен кварцевого песка, который выполняет функции мелкого заполнителя в бетоне. Именно контакт между продуктами гидратации клинкерных минералов цемента с поверхностью зерен песка во многом предопределяет прочностные показатели затвердевшего бетона [3].

Как правило, зерна заполнителя в его естественном состоянии обычно покрыты загрязняющими пленками пылевидных и глинистых частиц, которые ухудшают условия образования прочных контактов с цементным камнем. При перемешивании бетонной смеси в бетоносмесителе создаются условия для многократных соударений зерен заполнителя и трения друг о друга их поверхностей в присутствии воды. При этом уменьшается площадь пленок, ухудшающих условия образования прочных контактов в твердой фазе, что обеспечивает повышение показателей физико-механических свойств получаемого в конечном счете затвердевшего бетона.

При любом способе приготовления бетонной смеси вопросы выявления оптимальной длительности перемешивания компонентов относятся к центральным в общей технологии бетона. Это обусловлено отсутствием однозначно трактуемых критериев качества процесса получения бетонной смеси с заданными параметрами. В качестве критериев эффективности приготовления бетонной смеси для ремонтно-восстановительных работ на поврежденных в процессе эксплуатации участках ЛЭП были приняты целевые функции, характеризующие показатели качества бетона, используемого для ремонта поврежденных опор ЛЭП.

Е.А. Шляховой ранее была изучена возможность обеспечения эффективной предварительной обработки в процессе приготовления бетонной смеси некондиционных местных заполнителей, которые содержат пылевидные и глинистые примеси в количествах, существенно превышающих нормативные требования. При этом используется химическая добавка, имеющая нейтральную реакцию [4].

Е.А. Шляховой была сформулирована гипотеза о возможности резкого повышения степени очистки поверхности зерен заполнителя от загрязняющих пылевидных и глинистых частиц за счет добавления к воде затворения гидрофильных поверхностно-активных веществ. При этом был учтен опыт экспериментальных промывок заполнителей Ю.Р. Певзнера и А.В. Кучина на предприятиях нерудных стройматериалов. По их данным добавление к промывочной воде синтетических моющих средств в 2,5 раза уменьшает остаточную влажность и существенно повышает качество промывки заполнителей.

В результате выполненных автором [4] исследований установлено, что предварительная обработка в бетоносмесителе некондиционных заполнителей повышает в 1,5-2 раза прочность бетона, твердеющего в нормальных условиях. Данный способ приготовления бетонных смесей с применением некондиционных заполнителей обеспечивает повышение прочности при длительном твердении в воздушно-сухих условиях. После трехлетнего твердения прирост прочности по сравнению с бетоном из приготовленной традиционным способом смеси достигал 25 %, что представляет большой интерес при выполнении ремонтно-восстановительных опор ЛЭП в полевых условиях.

С учетом изложенного, в настоящей работе стояла задача изыскания эффективного и доступного для использования в условиях Ростовской области поверхностно-активного вещества, пригодного для разработки двухстадийной технологии приготовления смесей для ремонтных работ с использованием местных песков с повышенным содержанием пылевидных и глинистых загрязняющих примесей.

В данной работе, с учетом реальной доступности для практического использования, в качестве поверхностно-активной добавки для двухстадийной технологии приготовления смесей был выбран суперпластификатор ST 2.1 полифункционального действия, на основе нафталинформальдегидного конденсата, отвечающий требованиям ТУ 5745-002-9459066-2012. Добавка хорошо зарекомендовала себя на Российском рынке и широко используется в Ростовской области. Поскольку каких-либо сведений по использованию указанной добавки в двухстадийной технологии приготовления бетонных смесей не обнаружено, были проведены экспериментальные исследования в этом направлении.

Опытную проверку рабочей гипотезы проводили на цементно-песчаной бетонной смеси. В качестве исходной была принята смесь с массовым соотношением между цементом и песком 1:2 и водоцементным отношением В/Ц = 0,51.

Заполнителем для приготовления опытных смесей был принят песок Самарского месторождения Ростовской области. Исходный песок характеризуется модулем крупности $M_k = 1,83$ при содержании по массе пылеватых и глинистых частиц 4,2%.

Двухстадийный способ приготовления смеси моделировали в лабораторных условиях следующим образом. На первой стадии исходный песок вручную перемешивали с 60% рабочего расхода воды затворения. Обработанный таким образом песок на второй стадии перемешивали с цементом и с оставшейся частью воды затворения до получения однородной цементно-песчаной смеси.

Из смесей, приготовленных сравниваемыми способами, формовали стандартные образцы-балочки размером 4*4*16 см. После 28 суток твердения в нормально-влажностных условиях, образцы подвергали испытаниям на изгиб, а полученные в результате испытаний половинки балочек – на сжатие. Результаты прочностных испытаний приведены в таблице.

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов из смесей, приготовленных сравниваемыми способами

Способ приготовления смеси	Предварительная обработка исходного песка на первой стадии	Прочность образцов в 28 суток			
		при изгибе		при сжатии	
		МПа	%	МПа	%
Одностадийный	Без обработки	4,4	100	22,6	100
Двухстадийный	Перемешивание с 60 % воды затворения	5,9	134	29,8	132
Двухстадийный	Перемешивание с 60 % воды затворения с добавкой ST 2.1	7,8	178	38,9	172

Проведенные сравнительные испытания подтвердили известные литературные данные о благотворном влиянии предварительной обработки заполнителей частью воды затворения заполнителей с повышенным содержанием загрязняющих пылеватых и глинистых примесей. В данном случае этот прием позволил повысить прочность образцов в возрасте 28 суток нормального твердения на 32-34 % по сравнению с обычным одностадийным перемешиванием смеси.

Еще более эффективна двухстадийная технология приготовления смеси при использовании для предварительной обработки заполнителя на первой стадии частью воды затворения с предложенной поверхностно-активной добавкой ST 2.1.

Увеличенные прочности образцов при таком способе приготовления смеси превысило 70%. Такой существенный рост прочности песчаного бетона на загрязненном пылеватыми и глинистыми примесями местном песке может быть объяснено следующими соображениями.

С одной стороны, в процессе предварительной обработки заполнителя на первой стадии приготовления смеси происходит очистка его поверхности от загрязняющих примесей, что улучшает сцепление с цементным камнем. С другой стороны, смываемые с поверхности зерен заполнителя мельчайшие пылеватые и глинистые частицы коллоидных размеров способны оказывать положительное влияние на процессы гидратационного твердения вяжущего.

Эти представления вполне согласуются с исследованиями Е.А. Шляховой [11], которые показали, что тонкодисперсные кварцевые и глинистые частицы способны проявлять дефлокулирующее действие в твердеющей смеси за счет присущего частицам кварцевой пыли положительного дзета-потенциала или катионов Ca^{+2} , сорбированных внешней оболочкой двойного электрического слоя мельчайших глинистых частиц. Кроме того, некоторые из смываемых с поверхности заполнителя тонкодисперсные минеральные частицы могут выполнять функции дополнительных центров кристаллизации новообразований в гидратирующейся системе по аналогии с действием известных микрозаполнителей.

Таким образом, проведенные испытания показали высокую эффективность предлагаемого способа приготовления бетонных смесей на местных заполнителях, загрязненных пылеватыми и глинистыми примесями. Полученные результаты могут представлять интерес при выполнении работ по

омоноличиванию стыковых соединений при монтаже железобетонных конструкций. Кроме того, они могут быть использованы в ремонтно-восстановительных работах, в частности, при заделке трещин, а также других дефектов. Например, при ремонтно-восстановительных работах по восстановлению поврежденных в процессе эксплуатации стоек опор ЛЭП.

Список использованных источников

1. Баженов Ю.М. Технология бетона// М.: Высшая школа, 1978. - 455 с.
2. Гершберг О.А. Технология бетонных и железобетонных изделий // М.: Стройиздат, 1971. – 360 с.
3. Дмитриев А.С., Кушу Э.Х. Предварительная механическая обработка крупных заполнителей // Бетон и железобетон. – 1988. - №7. – С.30-31.
4. Особенности приготовления и формования бетонных смесей на заполнителях с повышенным содержанием пылевидных и глинистых частиц. Автореферат диссертации по ВАК 05.23.05, Шляхова Е.А. – 1997.