



Александр Бейвель

КРУГЛЫЙ СТОЛ

БЕТОН И БЕТОННЫЕ СМЕСИ

На вопросы редакции отвечают ведущие специалисты организаций и предприятий, деятельность которых связана с производством и использованием бетона, а также с изучением и оценкой его свойств.



Татьяна Краснова

– Для строительства сложных искусственных сооружений, в том числе транспортных объектов, требуется применение высококачественного бетона – и это неоспоримый факт. Эксплуатационные условия бетонных и железобетонных конструкций связаны не только с негативными воздействиями окружающей среды, но и с существенными, постоянно возрастающими транспортными нагрузками. Как в настоящее время удовлетворяются требования к бетону мостовых сооружений при его производстве?

Александр Бейвель, главный специалист ООО «НИИ МИГС», канд. техн. наук:

– Соответствие свойств бетона мостовых конструкций проектным показателям контролируется на нескольких этапах строительства. Без такого контроля сооружение не принимается в эксплуатацию. Аварийные ситуации возникают главным образом при чрезвычайных воздействиях (таких как, например, природные, или проход ненормативных нагрузок, нарушение условий содержания) или в силу ошибок при проектировании. Таким образом, требования к бетону в построенных мостах практически без исключения удовлетворяются.

Татьяна Краснова, начальник научно-технической службы ООО «ТД Суперпласт», г. Владимир:

– Для обеспечения требуемых показателей при производстве бетона для мостовых сооружений особое внимание уделяется качеству используемых сырьевых материалов, а также подбору состава бетонной смеси. Не секрет, что при изготовлении бетонов для транспортного строительства контроль на всех этапах производства выше, чем при изготовлении рядового товарного бетона. Наши потребители внимательно отслеживают качество всех материалов, а также более щепетильно подходят к выбору модификаторов при

производстве бетонов для мостовых и дорожных конструкций.

Кроме того, при проектировании бетонов для транспортного строительства жестко выполняются требования нормативных документов по соотношению компонентов в смеси. Оптимизировать составы бетона помогают современные модификаторы. Их эффективность выше классических рекомендованных комплексов, хотя основа добавок может сохраняться. Модификаторы помогают выдержать оптимальные значения водоцементного отношения при высоких показателях удобоукладываемости смеси, способствуют формированию плотной структуры цементного камня. В результате повышается прочность материала, его водонепроницаемость и морозостойкость. При этом все современные химические добавки сначала проходят оценку в профильных лабораториях и НИИ, что гарантирует высокое качество и эффективность предлагаемых решений.

Петр Ващенко, начальник отдела продаж ООО «Конкрит»:

– Основой высокого качества бетонов, в том числе мостовых, с предъявляемыми высокими техническими требованиями к эксплуатационным характеристикам, является контроль качества на всех этапах производства. Особо можно отметить входной контроль качества материалов и повышение требований к ним. Операционный контроль – залог минимизации получения смесей, не удовлетворяющих основным регламентируемым для мостовых бетонов параметрам.

Анна Наливина, менеджер по технической поддержке ООО «БАСФ Строительные системы»:

– Чтобы обеспечить высокие эксплуатационные свойства и продлить срок службы сооружений, необходимо применять современные средства строительной химии. В первую очередь, это



Петр Ващенко



Анна Наливина



Анна Алинкина



Ирина Вовк

суперпластификаторы для снижения водоцементного отношения и улучшения реологических свойств бетонной смеси при бетонировании густоармированных конструкций и с целью оптимизации производства бетонных работ. В нашей линейке это высокоэффективные суперпластификаторы MasterGlenium и MasterPolyheed. Для защиты бетона от воздействия окружающей среды применяются воздухововлекающие добавки, повышающие морозостойкость бетона серии MasterAir. Добавки серии MasterLife повышают водонепроницаемость бетона и защищают арматурную сталь от коррозии. При производстве работ в жарком климате очень важно сохранить удобоукладываемость смеси до завершения работ. Для решения этой задачи применяются добавки, регулирующие кинетику твердения – замедлители из серии MasterPozzolith. В том случае, если необходим ускоренный набор прочности конструкций, например, для выполнения следующего этапа работ, возможно применение ускорителей твердения, таких как Master X-Seed. Поскольку мостовые конструкции всегда массивные, то высок риск возникновения усадочных трещин на открытой поверхности, подверженной воздействию ветра и солнца. С целью защиты бетона от испарения влаги применяются средства по уходу за бетоном – это средства серии MasterKure. В комплексе использование продуктов строительной химии значительно повышает долговечность бетона и срок службы мостовых конструкций.

Анна Алинкина, технолог ЗАО «НП ЦМИД»:

– Для того чтобы обеспечить высокие эксплуатационные характеристики бетона и железобетона мостовых конструкций при негативном воздействии на незащищенные элементы (тяжелые подвижные нагрузки, колебания температуры и влажности, воздействие вредных газов и переменный уровень воды), очень важно обеспечить требования как к бетону, так и к материалам, применяемым при его приготовлении.

Бетон, используемый при строительстве мостовых конструкций, должен обеспечивать высокие требования по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, химической стойкости, а также обладать низкой усадкой и ползучестью. С целью получения таких бетонов необходимо использовать качественные исходные материалы для приготовления бетонной смеси. В последнее время довольно часто обновляются государственные стандарты на такие исходные материалы. Однако само качество компонентов зачастую оставляет желать лучшего.

В погоне за снижением стоимости бетонной смеси производители готовы приобретать некачественные материалы, что в процессе производства бетонных работ приводит к необходимости корректировки составов, а иногда – к замене исходных материалов, что, в свою очередь, приводит к некоторому удорожанию стоимости бетонной смеси за кубометр.

Для обеспечения качества и долговечности мостовых конструкций необходимо соблюдать технологию производства бетонных работ. Поэтому при выполнении комплекса бетонных работ необходимо включать следующие этапы: разработка технологического регламента

и расчет термонапряженного состояния конструкции; проектирование состава бетона (выбор исходных материалов, получение заданных параметров бетонной смеси и бетона, в том числе деформативных характеристик); укладка бетона в конструкцию; уход за бетоном; устройство конструкции с заданными физико-механическими и другими характеристиками к моменту строительных и эксплуатационных нагрузок.

– Как и когда возникает необходимость проверки бетонной смеси? Можно ли осуществить диагностику этого материала на соответствие требованиям ГОСТ непосредственно на строительной площадке?

Анна Алинкина:

– Необходимость определения технологических свойств бетонных смесей и периодичность устанавливается требованиями государственных стандартов и технологическим регламентом. Проверку качества бетонной смеси должны осуществлять как производитель бетонной смеси при периодическом и приемосдаточном контроле на бетонном заводе, так и потребитель на месте укладки. Контроль качества бетонной смеси должен проводиться в соответствии с действующими нормативными документами и технологическим регламентом. Очень





важно осуществлять контроль качества бетонной смеси при укладке бетона, что дает в дальнейшем возможность оценить долговечность железобетонной конструкции. Важно разработку состава бетонной смеси предварительно провести в лабораторных условиях, а уже затем осуществить апробацию на бетонном заводе. Исходя из многолетнего опыта, необходимо провести пробное бетонирование с целью оценки технологических параметров (это подвижность, сохранение подвижности, температура, воздухоувлечение, плотность) и перекачиваемости бетонной смеси. По всем полученным результатам при необходимости проводится корректировка состава бетона, и только после этого разрешается приступать к бетонированию конструкции.

При бетонировании необходимо вести сопровождение укладки бетонной смеси для соблюдения требований технологии производства и регламента. Контроль на бетонном заводе должен осуществляться представителем подрядчика – с целью исключения отправки несо-

ответствующей смеси на объект. Также следует учитывать, что входной контроль технологических характеристик бетонной смеси должен включать определение температуры, подвижности, средней плотности, воздухоувлечения и сохранения подвижности. Для этого существует достаточное количество специальных средств контроля и вспомогательное оборудование.

В целом можно сказать, что для получения долговечной качественной конструкции необходимо на начальном этапе спроектировать бетонную смесь заданного качества и стабильности, а также соблюсти технологию ее укладки.

Анна Наливина:

– Бетонная смесь проверяется с той периодичностью, как указано в проекте производства работ. Если не указано – то два раза в смену и при изменении погодных условий. Относительно диагностики: непосредственно на строительной площадке определяется марка по удобоукладываемости, а также со-

держание объема вовлеченного воздуха и температура бетонной смеси. Визуально оценивается однородность бетонной смеси. Также на площадке изготавливаются образцы-кубы для контроля прочности бетона на сжатие.

Петр Ващенко:

– Основных проверяемых/контролируемых параметров для мостовых бетонов и смесей для этих бетонов не так много. Входной контроль на строительном участке всегда позволит провести оперативную оценку пригодности смеси: осадка конуса/распływ при необходимости, объем вовлеченного воздуха, что необходимо для высоких параметров по морозостойкости. Все это можно оперативно оценить в условиях полигона, имея в своем арсенале не так уж много испытательного оборудования, даже без специально оборудованного под лабораторный пост помещения.

Татьяна Краснова:

– С учетом широкого спектра нормируемых показателей для бетонной смеси, контроль ее свойств необходимо осуществлять непо-

средственно после изготовления, а также на строительной площадке перед заливкой в конструкцию. Важными свойствами смеси при этом являются ее удобоукладываемость, плотность, воздухоудерживание и температура. Контроль тех же параметров на строительной площадке позволяет оценить сохранение основных свойств во времени и вносить своевременные корректировки в процесс производства.

Для организации лабораторного поста непосредственно на строительной площадке не требуется большого количества ресурсов, а вот контроль на этом этапе позволяет избежать проблем с качеством и долговечностью бетона в конструкции в целом.

Александр Бейвель:

– Проверку свойств бетонной смеси следует производить в рамках выходного и входного контроля как на заводе-изготовителе, так и на строительной площадке. Должны проверяться основные технологические параметры бетонной смеси: удобоукладываемость, средняя плотность, пористость, расслаиваемость, температура, сохраняемость свойств с использованием методов, приведенных в ГОСТ 10181-2000.

Кроме того, должна проверяться прочность бетона, изготовленного из поставляемой бетонной смеси (бетонной смеси готовой к применению или БСГ), по ГОСТ 18105-2010.

Существующие приборы и технология проведения контроля свойств бетонной смеси на строительной площадке вполне доступны и хорошо отработаны технически организованными предприятиями.

– Не так давно на рынке появился специальный мостовой бетон, содержащий композиционные смеси. Каковы преимущества и отличительные особенности этого материала в плане обеспечения надежности и долговечности мостовых конструкций?

Петр Ващенко:

– Композиционные смеси для мостовых бетонов включают в

себя основные материалы для бетона – это вяжущее высококачественного качества, с обеспечением заданных параметров; мелкие и крупные заполнители с заданным гранулометрическим составом и регламентируемыми характеристиками. Кроме того – дополнительные химические и минеральные добавки, регулирующие основные свойства смесей и бетонов, сохраняемость смесей и свойств во времени, воздухововлекающие, водоредуцирующие, снижающие тепловыделение, повышающие плотность структуры, иногда для повышения восприимчивости бетонов к статическим и динамическим воздействиям и повышения работы бетона при изгибающих и растягивающих воздействиях – металлические, базальтовые, полипропиленовые фибры.

Александр Бейвель:

– Так называемый «специальный мостовой бетон» – это термин, который является продуктом деятельности маркетологов. Он не регламентирован ни одним отечественным стандартом. Классификация бетонов, принятая техническими специалистами в России и содержащаяся в ГОСТ 25192-82 «Бетоны. Классификация и общие технические термины», предусматривает разделение бетонов по назначению на конструкционные и специальные (жаростойкие, химически стойкие, декоративные, радиационно-защитные, теплоизоляционные и др.).

Бетоны несущих конструкций транспортных сооружений относятся к конструкционным.

Основные требования к бетонам мостовых сооружений определены в пяти пунктах №№ 7.18–7.23 СП 53.13330 «Мосты и трубы» для прочности (таблица 7.4), морозостойкости (таблица 7.5) и водонепроницаемости (п. 7.22).

Правильное назначение и соответствие проектным показателям этих трех параметров бетона, как правило, гарантирует надежность и долговечность железобетонных конструкций мостов со сроками эксплуатации, указанными в ГОСТ 33178-2014.

Анна Алинкина:

– Непрерывно возрастающий транспортный поток вызывает необходимость строить дороги из принципиально новых материалов. Наряду с другими строительными материалами, в практике дорожного строительства появились новые виды бетонов на основе полимерных вяжущих – полимербетоны, которые существенно превосходят традиционные асфальто- и цементобетоны по своим эксплуатационным показателям и долговечности.

Полимербетоны – общее название группы бетонов, созданных с целью ликвидации или уменьшения недостатков цементного бетона, в которых минеральное вяжущее (цемент, силикат) частично или полностью заменяется полимерами. По сравнению с обычными цементобетонами, полимербетоны обладают более высокой прочностью на сжатие, более высокими показателями прочности на растяжение, значительно более высокой износостойкостью. Полимербетоны имеют хорошее сцепление с арматурой, с ранее уложенным бетоном и другими материалами.

Благодаря таким эксплуатационным показателям, как высокая прочность сцепления с металлом, цементным бетоном, асфальтобетоном, высокая прочность на растяжении при изгибе, низкая истираемость, стойкость к ударным и динамическим нагрузкам, полимербетоны позволяют получить высоконадежное и долговечное покрытие.

– Какие должны быть условия транспортировки бетона для того, чтобы он сохранил свои свойства при дальнейших работах с ним?

Анна Наливина:

– Прежде всего, время транспортирования не должно превышать время сохраняемости свойств бетонной смеси. Для транспортирования, как правило, используются автобетоносмесители, которые обеспечивают сохранение заданных характеристик и защищают смесь от попадания осадков и испарения влаги. При транспортировании жестких и малоподвижных смесей

автосамосвалами смесь должна быть укрыта тентом и защищена от ветра, солнца, дождя, снега. Кроме того, транспортное средство в зимний период должно обеспечивать сохранение температуры бетонной смеси, которая к моменту выгрузки должна быть не ниже +5 °С.

Анна Алинкина:

– Для сохранения технологических и качественных свойств бетонной смеси во время транспортирования и при дальнейших работах необходимо выполнение ряда мероприятий на стадии проектирования состава бетонной смеси, что в свою очередь обеспечит качество мостовых конструкций. Зная по проекту требования к бетону, а также технологию укладки бетона и интенсивность, назначаются требования к удобоукладываемости и срокам схватывания бетонной смеси. Затем выбираются исходные материалы для приготовления бетонной смеси.

При транспортировании бетонной смеси до объекта необходимо соблюдать ряд требований, среди которых – непрерывное вращение миксера автобетоносмесителя. Максимальная продолжительность транспортирования бетонной смеси должна быть не более времени сохраняемости ее свойств с учетом времени разгрузки, разработанных в регламенте. При транспортировке бетонной смеси до объекта должна исключаться возможность попадания атмосферных осадков в автобетоносмеситель.

Петр Ващенко:

– Особое внимание для бетонов с повышенными требованиями и сохраняемости заданных свойств во времени следует уделять химическому регулированию сроков схватывания; реологии; тиксотропии. Важно иметь возможности стабилизировать смеси для повышения однородности, связности, а также для стабильного содержания вовлеченного воздуха. В процессе транспортировки должны быть исключены вероятные возможности вмешательств извне, в том числе попадания незапланированных компонентов; излишнего увлажнения бетона (добавления воды); перегре-

ва/замерзания смеси. Также следует обеспечивать постоянное перемешивание и следить за указаниями изготовителя по времени от момента изготовления до времени, после которого смесь не может быть пригодна к ее применению по назначению для изготовления ответственных конструкций.

Татьяна Краснова:

– Все подвижные бетонные смеси необходимо переводить в автобетоносмесителях. Время сохранения свойств смеси моделируется еще на этапе ее подбора и выбора модификатора, поэтому изначально соответствует требованиям нормативов. С учетом требований к ранней прочности бетона, идеальным вариантом является минимальное влияние модификатора на процесс гидратации цемента и твердения бетона. В этом случае транспортировка и укладка должны составлять не более 1,5–2 часов.

Если строительная площадка находится на значительном удалении от всех предполагаемых поставщиков бетона, приходится находить способы сохранения свойств бетонной смеси в течение нескольких часов.

Наиболее эффективным вариантом при длительной транспортировке и укладке является дробное дозирование выбранного модификатора, которое разрешено СНИП 52-01-2003. Этот способ позволяет значительно увеличить сроки работы с бетонной смесью, но требует контроля введения модификатора по пути к объекту и непосредственно на строительной площадке. Именно поэтому лабораторный пункт на месте строительства так необходим. Кроме того, дробное дозирование влияет на начальные этапы гидратации, поэтому начальная прочность бетона при длительной сохраняемости бетонной смеси ниже, что необходимо учитывать при составлении ППР.

Александр Бейвель:

– Условия транспортировки бетонной смеси не должны приводить к существенному изменению проектных параметров бетонной

смеси, включая основные свойства: удобоукладываемость и количество вовлеченного в смесь воздуха, который связан с морозостойкостью и водонепроницаемостью.

Исходя из этого, время транспортировки должно быть минимальным, при минимальных встряшках бетонной смеси во время движения. Желательно также сократить время и интенсивность перемешивания, так как это приводит к снижению подвижности бетонной смеси и сокращению количества вовлеченного воздуха.

– Что можно сказать о применении добавок при проектировании и изготовлении бетонов для дорожных и аэродромных покрытий и бетонов транспортного строительства?

Ирина Вовк, руководитель строительной лаборатории НТЦ АО «Полипласт»:

– Дорожный бетон – это, в первую очередь, бетон с высокими эксплуатационными свойствами. Так, основными требованиями к бетону дорожных одежд и аэродромных покрытий и бетонам транспортного строительства являются высокие прочность на изгиб (R_{bt} 4,0 и выше), марка по морозостойкости в условиях воздействия антиголедедных реагентов (F2 200 и выше), истираемость.

При этом в требованиях к данному виду бетона зачастую не указывается класс по прочности на сжатие, так как при обеспечении требования по изгибу прочность на сжатие будет всегда достаточно высокой. Повысить качество бетона поможет правильно подобранный состав, качественные материалы. Обязательное использование цемента с маркировкой Д0-Н или ДП с низким содержанием щелочей, качественные заполнители и, конечно, добавки: пластифицирующие, воздухововлекающие и замедляющие схватывание.

По статистике, для получения высокой морозостойкости необходимо, чтобы воздухововлечение в бетонную смесь было 5,5–6,5%. Такая величина, регулируемая с помощью воздухововлекающих добавок, по-

зволяет получить достаточное количество условно замкнутых пор, при этом не выходя за пределы значения коэффициента вариации при испытаниях по определению морозостойкости согласно ГОСТ 10060.

Вместе с тем контроль вовлеченного воздуха необходимо вести как на бетонном узле, так и на площадке с применением способа укладки, близкого к фактическому. Особое внимание необходимо уделить транспортированию бетона. Чтобы после перевозки в автобетоносмесителях бетонная смесь не имела воздухововлечения, заметно отличающегося от начального в ту или иную сторону, необходим тщательный подбор воздухововлекающей добавки и регулировка интенсивности перемешивания в смесителе.

Бетоны так называемой «механической» укладки (для бетоноукладчиков) обычно малоподвижны и в жаркое время быстро теряют удобоукладываемость. Поэтому без

применения добавки – замедлителя схватывания не обойтись, даже если смесительный узел находится в непосредственной близости от места укладки. Для обеспечения требования по прочности бетонов применяются пластифицирующие добавки или их комплекс с замедлителями.

Применение комплексных добавок, содержащих в себе все три вида модификаторов, нежелательно, так как создает дополнительные проблемы на стройплощадке. Так, в районах с жарким климатом, где бетонирование ведется поздно вечером или ночью, заполнители постепенно остывают, количество воды в смеси приходится постепенно уменьшать, водоцементное отношение может снизиться на 0,02–0,04. Зачастую в течение ночи настает необходимость в корректировке дозировок добавок: воздухововлекающей (чем меньше воды в составе бетонной смеси, тем сложнее вовлечь в нее требуемый воздух) и замедляющей твердение, так как температура на улице значи-

тельно снизилась. Корректировать состав и дозировки добавки требуется и после дождя.

Именно эти нюансы невозможно предугадать при использовании трехкомпонентной комплексной добавки, состоящей из пластифицирующей, воздухововлекающей и замедляющей твердение.

На сегодня большинство строительных площадок использует два дозатора: один под комплекс пластификатор + замедлитель, другой – для воздухововлекающей добавки. Это позволяет оптимально использовать имеющееся оборудование и в любой момент осуществлять регулировку потребительских свойств бетонных смесей.

Коллектив редакции журнала «Дорожная держава» благодарит участников круглого стола за ответы и поздравляет всех специалистов с Днем строителя! Успехов, крепкого здоровья, благополучия, новых профессиональных достижений!



Научно-Производственный Центр Материалов и Добавок (ЗАО «НП ЦМИД»)
195220, Санкт-Петербург, Гжатская ул., 21; тел./факс: (812) 290-96-60; 535-64-78; zakaz@np-cmid.ru www.np-cmid.ru

- Гидроизоляционные материалы ● Ремонтные материалы ● Инъекционные материалы ●
- Сухие строительные смеси ● Добавки для бетонов и растворов ●

Оперативное решение нестандартных задач!



Уважаемые коллеги!

*С профессиональным праздником строителей! Здоровья, оптимизма, удачи!
Гармонии с окружающим миром! Новых строительных высот! Тепла и уюта в ваших домах!*

Коллектив ЗАО «НП ЦМИД»



● Саяно-Шушенская ГЭС



● Мост Александра Невского



● Ирганайская ГЭС