

УДК 691.335

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ И ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВА СЕРОБЕТОНА В СРАВНЕНИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ БЕТОНАМИ

*И.В. ЛАЗОВСКАЯ**(Представлено: д-р техн. наук, проф. Д.Н. ЛАЗОВСКИЙ)*

В данной статье освещается опыт применения серобетона, его преимущества и недостатки в сравнении с традиционными бетонами на основе портландцемента. Приводятся особенности технологии изготовления, области применения в строительстве.

Введение. Бетон является наиболее востребованным строительным материалом во всем мире. Он используется практически на всех объектах гражданского и промышленного строительства. При производстве традиционного бетона, состоящего из вяжущего вещества (например, портландцемент), крупных и мелких заполнителей, добавок и воды используются технологии, которые позволяют достичь высокого качества готовых изделий. Однако, строительная отрасль развивается и появляются новые пути повышения качества строительных материалов.

Сера как вяжущее для производства бетонов. В настоящее время в мире и, в частности, в Республике Беларусь имеется тенденция к увеличению объемов товарной серы, связанная с повышением объемов и углублением переработки углеводородов. Сложившаяся ситуация с серой вызывает экономическую и социальную необходимость поиска новых направлений ее применения в ранее неиспользованных областях, среди которых, как один из вариантов, использование серы в строительной и дорожно-строительной отрасли в качестве вяжущего при производстве серобетона и сероасфальта.

Серобетон является композиционным материалом, состоящим из модифицированного серного вяжущего, заполнителей и наполнителей различных фракций. Именно использование серного вяжущего, а также отсутствие в составе воды являются основными отличиями серобетона от традиционного бетона на основе портландцемента.

Сера может соединяться с большинством химических элементов. Являясь одним из самых распространенных неметаллов в природе, соединения серы встречаются в различных агрегатных состояниях. С точки зрения физических свойств сера – это твердое кристаллическое вещество, устойчивое в виде двух видов: ромбическая и моноклинная. Температура плавления серы в зависимости от вида около 120°C, кипения - порядка 450°C. На рынке сера в большинстве своем представлена в комовой, гранулированной и жидкой формах.

Использование серы для соединения элементов конструкций с различными свойствами известно еще в XVII веке. Примером может быть соединение металла с камнем при производстве корабельных якорей. Первоначально исследования возможности применения серы в строительстве проводились в США, затем в СССР. На сегодняшний день вопросы исследования вяжущих свойств серы проводятся во всем мире.

Значительный прорыв в исследованиях серобетона в США и Канаде произошел в 70-х гг. XX века, когда была доказана его безопасность для окружающей среды и были предложены способы модификации серы. Были отмечены его преимущества по отношению к традиционному бетону на основе портландцементного вяжущего: быстрый набор прочности, высокая химическая стойкость, отсутствие в составе воды, низкое водопоглощение и др. К недостаткам серобетонов можно отнести низкую устойчивость к высоким температурам, необходимость поддержания температуры раствора 140 °C при производстве, а также высокие требования к точности соблюдения технологии производства [1].

Первый патент, касающийся свойств и технологии производства серобетона был зарегистрирован в США. В данном патенте впервые было введено понятие модификатора серы для более эффективного ее использования в качестве вяжущего. Впервые массовый выпуск серного вяжущего, серобетона и изделий на его основе наладила Канадская компания StarCrete (ранее она называлась Sulfurcrete) в 1975 г. Данная компания, совместно с Sulfur Innovations Ltd. разработала технологию и подобрала составы для изготовления серобетонов с различными свойствами. В настоящее время компания StarCrete производит коррозионностойкие конструкции и составы для защиты и ремонта покрытий пола на химических и пищевых производствах и др. [1].

В 1991г. в США был зарегистрирован патент, в котором впервые была описана технология производства гранулированного серобетона. Его появление было обусловлено потребностью изготовления материалов на основе серного вяжущего в любое время, в любом месте. Принципиально технология получения гранул серобетона заключалась в помещении готовой смеси в агрегат, в котором смесь подвергается воздействию газа или воды под высоким давлением, что приводит к образованию гранул. Данное

изобретение позволило транспортировать серобетон в расфасованном виде или россыпью на значительные расстояния и производить изделия из него непосредственно на объекте, ведь для дальнейшего использования было необходимо лишь разогреть гранулы до температуры плавления порядка 150 °С.

Другой страной, которая активно исследовала серу на предмет возможного использования в строительстве, был СССР, в котором первое применение серобетона было осуществлено в 70-х гг. XXв.

С развитием технологий и совершенствования серобетона стало известно, что под действием перепадов температур, солнечной радиации и других воздействий структура серы может изменяться путем перехода ее молекул из одного аллотропного состояния в другое, что влечет появление опасных внутренних напряжений, которые могут нарушить целостность материала, тем самым сократив долговечность материала. Кроме атмосферных воздействий, неблагоприятно влияющих на серобетон, особое внимание уделялось хрупкости серы, что приводило к более высокой хрупкости серобетона по сравнению с цементными бетонами. Многие из недостатков удалось устранить путем совершенствования материала и технологии, однако, многие сохранились и до настоящего времени.

С целью уменьшения влияния недостатков, изложенных выше, и расширения области возможного применения серобетонов в серное вяжущее вводятся различные добавки-модификаторы, которые условно разделены на четыре группы: пластификаторы, стабилизаторы, антипирены и антисептики. Модификаторы-пластификаторы вводят в состав серного вяжущего для повышения пластичности состава, снижения его хрупкости, замедления процесса кристаллизации серы в процессе охлаждения. К таким модификаторам относятся: нафталин, парафин, дициклопентадиен, полистирол, кумароновая смола, сажа, графит и др. Стабилизаторы используются для стабилизации и равномерного упорядочивания структуры серы, что приводит к повышению ее прочности и устойчивости к переменным внешним условиям. Наиболее распространенные модификаторы такой группы: дициклопентадиен, тиokol, йод, фосфор, селен, мышьяк, треххлористая сурьма, битум, сажа, нафталин. Антипирены используют для повышения температур плавления и снижения горючести составов на основе серных вяжущих. Антисептики используют для повышения биологической стойкости готовых материалов на основе серного вяжущего, в частности по отношению к тионовым бактериям.

Исходя из свойств модифицированной серы, выделяются основные положительные и отрицательные свойства серобетона [6]. Серобетон обладает рядом преимуществ в сравнении с бетоном на основе портландцемента, и превосходит его по основным показателям, исключая термостойкости. Прочность серобетона на сжатие выше в 2-3 раза, морозостойчивость – в 6 раз, стойкость к истиранию – в 6 раз, кислотостойкость – в 3,5 раза, скорость набора отпускной прочности – в 80 раз, прочности на растяжение – до 2-х раз [2, 3].

Как отмечено выше, основными преимуществами серобетона перед традиционным бетоном являются его более высокие прочностные характеристики, высокая химическая и коррозионная стойкость, а также более низкие показатели водопоглощения и водопроницаемости, высокая морозостойкость, быстрый набор прочности, возможность зимнего бетонирования. Помимо отмеченных преимуществ, изделия, изготовленные из серобетонов, можно подвергать многократной переработке путем переплавления и повторного формования конструкций. Это исключает образование отходов и брака. Стоит отметить еще одно немаловажное преимущество бетонов на серном вяжущем – это отсутствие воды в процессе его изготовления, что позволяет проводить работы при отрицательных температурах. Серобетон абсолютно гидрофобен и практически не впитывает воду, поэтому идеален для изготовления заглубленных фундаментов в основаниях с высоким уровнем грунтовых вод.

При нагревании серы свыше 150 С она способна соединиться с водородом воздуха, образуя сероводород и сернистый ангидрид – газы, обладающие нервно-паралитическим действием и представляющие угрозу для человека. Однако, для производства серобетонов, зачастую не требуется нагрев смеси выше температуры 130–140 С. Однако, учитывая данный факт, особое внимание следует уделять строгому соблюдению технологии производства. ООО СП «Интер-S» (Астраханская область, Россия) обладает технологией изготовления серного вяжущего и материалов на его основе. Данная технология разработана в сотрудничестве с ООО «Астраханьгазпром» и НИИЖБ Минстроя РФ. Однако на данный момент данное предприятие выпускает лишь модифицированную серу (серный цемент) для производства серобетона. Стоит отметить, что производство серного цемента и серобетона в России выполняется по собственным патентам, а технология во многом не имеет зарубежных аналогов. Другой страной постсоветского пространства, активно участвующей в развитии серобетона, является Казахстан, где компания «Серобетон Строй» наладила безотходный процесс производства серобетона.

Использование серобетона способно обеспечить до 100% замены портландцемента в изделиях различных отраслей строительства, а также и решить экологические проблемы нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих регионов путем использования техногенных отходов комовой серы. Ряд европейских стран, таких как Польша, Германия, Франция и др. использует серобетон для производства не

только конструкционных материалов (заменяющих традиционный бетон), но и в дорожном строительстве (для покрытия дорог). [4]

Что касается нашего региона (Витебская область), то в настоящее время, сера, как вяжущее вещество при производстве бетона не используется. Однако, в настоящее время проводятся исследования возможности практического применения и дальнейшего развития в масштабных объемах. Интерес к этой теме обусловлен не только уникальными свойствами серобетонов, но и проблемой утилизации технической серы, запасы которой увеличиваются в связи с постоянно возрастающими объемами переработки серосодержащего углеводородного сырья (газ, нефть) и более глубокой очисткой от серы продуктов нефтепереработки.

Заключение. Исходя из свойств серобетона, использование серы в стройиндустрии Республики Беларусь может являться экономически выгодным направлением, поскольку изделия из серобетона обладают рядом преимуществ в сравнении с традиционными бетонами (лучшие эксплуатационные и физико-механические показатели для некоторых отраслей строительства, увеличенная долговечность). Основываясь на этом, можно сделать вывод об актуальности исследования свойств серобетона, а также технологии его производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитический портал химической промышленности [Электронный ресурс] // Newchemistry.ru. – Режим доступа: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=3861&cat_id=5&page_id=1. – Дата доступа: 25.01.2017.
2. НЕРУД-БКС [Электронный ресурс] // ООО "Неруд-БКС". – Режим доступа: <http://neruds.ru/staty/beton4.html>. – Дата доступа: 25.01.2017.
3. Техничко-экономическое обоснование эффективности строительства и эксплуатации универсальной установки для производства молотой серы, объемом 5 тыс. тонн в год и модифицированной серы объемом 10 тыс. тонн в год [Электронный ресурс] // Техничко-экономическое обоснование. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/serobeton/home/tehkross/tehniko-ekonomiceskoe-obosnovanie>. – Дата доступа 23.01.2017.
4. Маргайлик, Е.Г. Актуальность производства серобетона и серобитума. Использование серы в дорожном строительстве США, Канады, Франции, Польши [Электронный ресурс] / Е.Г. Маргайлик. – Режим доступа: <http://www.решение-верное.рф/serobeton-actual>. – Дата доступа: 24.01.2017.
5. Пастухов, Н. Серобетон и сероасфальт – уникальные технологии и оборудование [Электронный ресурс] / Н. Пастухов. – Режим доступа: <http://www.helpbeton.ru/serobeton-i-seroasfalt-unikalnye-tehnologii-i-oborudovanie-dlya-ix-proizvodstva.html>. – Дата доступа: 24.01.2017.
6. "ИЦ "Химтэк" ООО, Новые модификаторы серного вяжущего для получения серобетонов повышенной прочности [Электронный ресурс] // ООО "ИЦ "Химтэк". – Режим доступа: <http://chemteq.ru/chem-tech/sulpho-concrete.html>. – Дата доступа: 25.01.2017.