

единому мнению: будущее за возобновляемыми источниками. В завершение семинара студентам был задан вопрос: «Какие возобновляемые источники энергии имеют наибольший потенциал развития в Республике Беларусь, Германии, Украине?». Результаты этого опроса представлены в таблице.

Таблица – Результаты опроса студентов о возобновляемых источниках энергии [2]

Виды возобновляемых источников энергии	Распределение голосов участников (всего 32 человека), в %		
	Потенциал развития		
	в Беларуси	в Германии	в Украине
Энергия Солнца	0	6	16
Энергия воды	3	16	46
Геотермальная энергия	0	0	3
Энергия ветра	34	69	19
Энергия биомассы	63	9	16

Основная цель при любой форме образования – изменить отношение всех членов общества к вопросам ресурсо- и энергосбережения таким образом, чтобы специалисты новой формации смогли произвести «переоценку» ценностей и ощутить ответственность не только за собственное будущее, но и будущее потомков [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ЮНЕСКО: саммит-2002: образование и культурное разнообразие в интересах устойчивого развития / Вестник экологического образования в России. – 2002. – № 3(25). – С. 14.
2. 25 лет после Чернобыля – новые пути энергообеспечения: материалы Международного семинара, Барановичи, 10–16 апреля 2011 года / БарГУ; под. ред. А. Ченшак. – Барановичи, 2011. – С. 8.
3. Селезнева, И.С. Инновационное инженерное образование как основа подготовки специалиста новой формации / И.С. Селезнева, Е.В. Садчикова, В.Ю. Балдин // «Инновационное инженерное образование как основа подготовки специалиста новой формации»: сборник материалов I регионального научно-педагогического совета. – РГПУ: Екатеринбург, 2006. – С. 7–10.

УДК 665.

Левчук Н.В.

УО «Брестский государственный технический университет», г.Брест

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

One of ways to lower external influence on concrete is updating. Acceleration processes of concrete corrosion and destruction of buildings promotes environmental contamination.

Плотины гидростанций, мосты, тоннели, морские молы и причалы, мемориальные сооружения, а также современные здания и сооружения, должны служить века, подвергаясь воздействию окружающей среды. Поэтому детальное изучение долговечности строительных конструкций из бетона и железобетона, подвергающегося воздействию внешней агрессивной среды, остается актуальным.

Развитие промышленности, в особенности химической, а также, в большей степени, повышение уровня автомобильного потока за последние десятилетия вызвало существенное изменение состава окружающей среды. Состав атмосферного воздуха характеризуется повышенным содержанием кислых газов, агрессивных по отношению к бетону и арматуре железобетонных конструкций.

Большое значение для перспективы снижения степени агрессивности среды по отношению к бетону и железобетону гидротехнических сооружений имеет очистка сточных вод и защита водоемов от загрязнений [1].

Для оценки степени агрессивности внешних воздействий особое значение имеет анализ поведения материала конструкций в ранее построенных сооружениях. Известно немало сооружений, существующих сотни лет без значительных повреждений, и в то же время можно видеть здания и сооружения, построенные совсем недавно и разрушившиеся в течение нескольких лет.

Быстрое разрушение бетонных и железобетонных конструкций отмечается не только на промышленных предприятиях по производству различных химических веществ (кислот, солей, хлора и др.), но и сооружений, используемых при фильтрации вод, содержащих сульфаты, при действии грунтовых минерализованных вод.

Натурные наблюдения за состоянием различных конструкций позволили установить то, что интенсивные повреждения бетона и железобетона наблюдаются при действии не только кислот, но и растворов солей и даже щелочей.

Установлено, что во всех случаях механизм разрушающего действия различен. Степень агрессивного воздействия зависит не только от химической природы – состава агрессивной среды, но и от влажности газовой среды, от условий контакта, скорости движения и напора жидких сред, плотности прилегающего грунта при действии грунтовых вод, температуры среды, силовых нагрузок – напряженного состояния материала конструкций и от других факторов.

«Степень агрессивности» – относительное понятие. Среда может быть агрессивной по отношению к бетону на портландцементе и неагрессивной – к бетону такого же состава на глиноземистом цементе, степень агрессивности будет различна по отношению к бетонам различной плотности. Для бетона наибольшую опасность представляет содержание в воздухе кислых газов, что может привести при конденсации влаги в порах бетона к образованию кислот, разрушающих бетон.

В экспериментах, проведенных на кафедре химии и инженерной экологии Брестского государственного технического университета, исследовалось влияние повышенных концентраций углекислого газа на модифицированные бетоны.

Атмосферные воды, выпадающие в виде осадков, содержат обычно небольшое количество сульфат-ионов и ионов хлора, кроме того, в атмосферной воде содержится растворенный углекислый газ CO_2 . В городских районах, где атмосферный воздух загрязнен дымовыми газами, количество SO_3 и CO_2 увеличивается, из-за чего снижается pH атмосферной воды до 5,7. Поэтому в нашей работе исследования проводились с использованием воды со значением $\text{pH} < 5$. Такую воду получали при пропускании углекислого газа, образованного в аппарате Киппа, в результате химической реакции взаимодействия мрамора и соляной кислоты.

В качестве бетонных образцов использовались кубы с длиной грани 2 см, изготовленные из цементно-песчаного раствора, в который были добавлены коллоидные растворы гидроксида железа и гидроксида алюминия. Образцы выдерживались в воде от 3 до 7 сут, после чего определялось содержание ионов кальция в водных вытяжках.

Особое внимание в работе мы уделили не только процессам, в которых происходит химическое взаимодействие между компонентами цементного камня и агрессивного раствора с образованием легкорастворимых соединений, но и к образованию малорастворимых продуктов реакции, которые могут накапливаться в порах бетона и увеличивать объем твердой фазы, создающей внутренние напряжения, повреждающие структуру бетона [2].

Так как наиболее растворимым компонентом цементного камня на основе портландцемента является гидроксид кальция, коррозионный процесс определяется обычно как процесс «выщелачивания» извести, но в поровых пространствах при достаточном количестве CO_2 и воды возможно образование нерастворимого карбоната кальция, переходящего в растворимый гидрокарбонат при избытке углекислоты, способствующей выводу из системы ионов Са.

Согласно теории углекислотной коррозии [3], карбонизированный слой на поверхности цементного камня обычно имеет небольшую толщину, постепенно разрушается под действием агрессивного раствора. Появление ионов OH^- в растворе за счет диффузии гидроксида кальция из глубинных слоев нарушает химическое равновесие, что приводит к образованию в поверхностном слое карбоната кальция.

При интенсивном движении жидкой фазы равновесие не устанавливается и происходит постоянная смена агрессивного раствора у поверхности бетона и его разрушение продолжается до полного разрушения всех структурных элементов микро- и макробетона. Поэтому последовательность развития процессов углекислотной коррозии можно представить следующим образом: насыщение агрессивной углекислоты, содержащейся в фильтрующей воде, бикарбонатом кальция, который уносится с поверхности. На месте остаются не обладающие вяжущими свойствами конечные продукты разрушения цементного камня в виде геля гидроксидов алюминия, кремния и железа с включением зерен заполнителя.

На процессы углекислотной коррозии бетона влияют различные факторы: концентрация агрессивной углекислоты, площади реагирующей поверхности, вид цемента и многие другие, в том числе модифицирующие добавки. Поэтому в настоящей работе исследовалось состояние бетона различных составов, с применением модифицирующих добавок, представляющих собой коллоидные растворы, в условиях воздействия углекислотного агрессивного агента. Предварительные результаты показали, что содержание ионов кальция в водных вытяжках образцов с добавлением модифицирующих добавок снижается по отношению к контрольным образцам без добавок. Снижение концентраций ионов кальция в водных вытяжках можно объяснить химическим взаимодействием минералов цементного клинкера и коллоидных растворов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов, Ю.М. Технология бетона: учебник / Ю.М. Баженов – М: Изд. АСВ, 2003. – 500 с.
2. Левчук, Н.В. Влияние коллоидных растворов на процессы гидратации портландцементных систем / Н.В. Левчук // Свиридовские чтения: сб. ст. / ред. кол.: Т.Н. Воробьева (отв. ред.) [и др.]. – Мн.: БГУ, 2005. – Вып. 2. – С. 56–60.
3. Москвин, В.М. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин, Ф.М. Иванов / Под общ. ред. В.М. Москвина – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.