

*Е.В. Тарасюк, 4 курс**Научный руководитель – Н.С. Ступень, к.т.н., доцент
Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина*

Бурное развитие промышленности, в особенности химической, в последние десятилетия вызвало существенное изменение состава внешней среды в индустриальных районах, атмосфера в которых характеризуется повышенным содержанием кислых газов, агрессивных по отношению не только к живой природе и человеку, но по отношению к бетону и арматуре железобетонных конструкций.

Одним из основных факторов, определяющим скорость и степень коррозионных процессов строительных сооружений является химический состав грунтовых вод. Для моделирования среды, близкой к грунтовым водам, проводили исследование на упрощённой модели, включающей ионы Na^+ , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^{2+} . Для приготовления растворов использовали сульфат натрия, сульфат кальция, карбонат калия, хлорид натрия, гидрокарбонат натрия марок ЧДА. Концентрации растворов сульфата (в пересчёте на ион SO_4^{2-}) – 1500 мг/л, 12000 мг/л, 20000 мг/л приняты из соображений ускоренного получения исследуемых зависимостей. Концентрация растворов по иону HCO_3^- : 85,4 мг/л, 170,8 мг/л, 341,6 мг/л, 512,4 мг/л (или 1,4 мг-экв/л; 2,8 мг-экв/л; 5,6 мг-экв/л; 8,4 мг-экв/л) приняты как наиболее характерные для грунтовых вод на территории Белоруссии и стран СНГ.

Экспериментальные исследования показали, что коррозионные процессы, идущие в цементном камне в сульфатных и сульфатно-гидрокарбонатных средах имеют принципиальные различия. Степень и скорость коррозии зависит от концентрации сульфат и гидрокарбонат-ионов. Наибольший эффект снижения интенсивности коррозии зафиксирован при концентрации гидрокарбонат – ионов около 6 мг-экв/л. Дальнейшее повышение концентрации гидрокарбонат-ионов незначительно влияет на изменение фазового и минералогического состава цементного камня, а также на скорость коррозии. Установлено, что присутствие хлорид-ионов уменьшает агрессивность сульфатно-гидрокарбонатных ионов, что сказывается на замедлении процессов коррозии.

Большое внимание уделяется изучению химического состава агрессивных промышленных сред, которые являются отходами различных химических производств. Жидкие агрессивные промышленные среды, которые могут воздействовать на бетон, весьма разнообразны. Правильнее классифицировать агрессивные промышленные среды в соответствии с классификацией коррозионных процессов. В этом плане агрессивные промышленные среды можно разделить на три группы: вызывающие коррозию I вида, которая в условиях жидких агрессивных промышленных сред возможна в некоторых специальных сооружениях, например, резервуарах, лотках и т.п.; вызывающие коррозию II вида (кислоты органические и неорганические, соли сильных кислот, кислые соли и др.); вызывающие коррозию III вида – щёлочи, большинство солей, некоторые мономеры (полимеризующиеся с увеличением объёма) и др. Встречаются также агрессивные промышленные среды и условия, при которых развивается одновременно коррозия двух, а иногда и трёх видов [1]. Наиболее опасны для бетона кислые агрессивные среды.

Есть специфическая группа жидких агрессивных сред, которые не взаимодействуют химически с цементным камнем, но влияют на его прочностные свойства. Это так называемые адсорбционно-активные среды. Их действие основано на физико-химическом явлении – адсорбции поверхностно-активных веществ на поверхности твёрдой фазы цементного камня. В результате образования моно- или полимолекулярного слоя и проникания молекул адсорбируемого вещества в микродефекты – микрощели твёрдого тела – его прочность понижается. К адсорбционно-активным средам относятся, прежде всего, водные растворы поверхностно-активных веществ (мыл; специфических моющих средств и др.), а также неводные жидкости, содержащие поверхностно-активные вещества (продукты и полупродукты нефтехимических производств).

Утилизация промышленных отходов – это одна из основных эколого-экономических проблем промышленных регионов. Одной из отраслей промышленности, которая может использовать отходы различных химических производств является строительство. Была исследована возможность утилизации осадков сточных вод ряда предприятий радиоэлектроники. Выделенные из очистных сооружений осадки сточных вод содержат большое количество ценных компонентов, которые представляют интерес и могут практически использоваться. Но они направляются в отвалы, что создаёт опасность загрязнения окружающей среды.

Анализ свойств и состава глинистого сырья, изделий с добавками осадков проводились по традиционным методикам. Экспериментально было установлено, что в состав осадков входили гидроксиды различных металлов. Среди них гидроксиды меди, кадмия, олова, свинца, титана, хрома, молибдена, марганца, никеля. Они были в виде пастообразных масс, их влажность составляла 50-70% с рН = 8-10. Было изучено влияние добавок осадков сточных вод от 5 до 15% в глинистое сырье из красножгучих глин Мызинского, Богдановичского месторождений на технологические характеристики производства стройматериалов и качественные показатели готовой продукции. Оказалось, что при испытаниях изделий с добавками осадков сточных вод они проявили лучшие свойства: увеличился предел прочности при сжатии, уменьшилось водопоглощение, повысилась термостойкость, увеличилась в 1,5–2 раза морозостойкость, улучшился внешний вид [1].

Многочисленные исследования позволили установить возможность использования отходов ферросплавного производства в качестве гидравлических добавок в вяжущие вещества [2].

Микрокремнезем (микрокремний, микрокремнезем, кремниевая пыль) – побочный продукт производства кремниевых и феррокремниевых сплавов, представляющих собой высокодисперсную пыль кремнезема, улавливаемую фильтрами из отходящих газов. Микрокремнезем, содержащий не менее 85% SiO₂, относится к пуццолановым добавкам с высокой активностью. Использование микрокремнезема в сочетании с водоредуцирующей добавкой повышает прочность, водонепроницаемость, сульфатостойкость и другие свойства цементного клинкера. Повышение прочности цементного камня с добавкой микрокремнезема обусловлено увеличением степени гидратации цемента как за счет создания центров кристаллизации для Ca(OH)₂, так и за счет взаимодействия активного кремнезема с гидроксидом кальция с образованием труднорастворимого низкоосновного мелкокристаллического гидросиликата. Снижение водонепроницаемости цементного камня при введении микрокремнезема является результатом уменьшения числа крупных пор. Благодаря этому, проницаемость цементного камня уменьшается, и устойчивость его к действию агрессивных сред возрастает. Введение микрокремнезема в цемент также дает возможность получить значительный экономический эффект при получении модифицированного цементного вяжущего.

Были изучены скорость и степень сульфатной коррозии цементного клинкера в присутствии микрокремнезема (от 10 до 25% по массе). Установлено, что введение микрокремнезема в цементное вяжущее существенно снижает скорость сульфатной коррозии. Это связано с тем, что микрокремнезем существенно улучшает структуру цементного клинкера. В значительной степени уменьшается общая пористость структуры, а это, в свою очередь, снижает поглощение сульфат-ионов из агрессивной среды. Наиболее эффективным является добавка 15% микрокремнезема [3]. Введение микрокремнезема в количестве 25% по массе наоборот резко повышает скорость поглощения сульфат-ионов при твердении цементного клинкера. Оказалось возможным применять микрокремнезем в виде добавки в магнезиальные вяжущие как в подвижных, так и сухих прессованных смесях. Композиционные магнезиальные вяжущие могут быть использованы для получения прессованных изделий, например, облицовочных декоративных плит, эксплуатируемых в помещениях с повышенной влажностью.

Список использованных источников

1. Иванов, Ф.М. Коррозионностойкие бетоны и железобетонные конструкции / Ф.М. Иванов, Г. В. Любарская. – М. : Наука, 1981. – 302 с.
2. Москвин, В.М. О роли ионного и солевого состава раствора при сульфатной коррозии бетона / В.М. Москвин, Г.В. Любарская // Бетон и железобетон. – 1982. – № 9. – 16–18 с.
3. Ступень, Н.С. Сульфатная коррозия цемента в присутствии микрокремнезема. / Н.С. Ступень, В.В. Коваленко // Веснік Брэсцкага ун-та. – 2006 – № 2 (26). С. 54–57.