

где  $D_E$  – потребность в тепловой энергии для всего здания (кВт/год);

$K_e$  – результат расчета LCA для получения 1кВт тепловой энергии для обычных источников энергии ( $P_i$ /кВт).

Для расчета  $D_E$  за срок эксплуатации используют, как правило, специальные программы (например, Herz OZC [13]).

**Заключение.** Нарушение природного состава атмосферного воздуха, ухудшение экологической ситуации вызывают целый ряд патофизиологических изменений в организме человека. Антропогенные факторы оказывают все большее влияние на биосферу, вызывая рост численности заболеваний, в том числе и таких опасных, как поллиноз, аллергический дерматит, опухоли, отек Квинке, астма, диабет, провоцируя генные мутации. Строительство энергоэффективных домов в сочетании с новыми источниками энергии позволяет значительно сократить потребление энергии в зданиях и тем самым снизить эффекты от названных угроз. Одним из элементов, обеспечивающих устойчивое развитие, является рациональное применение отходов сельскохозяйственного производства. Использование природных строительных материалов, которые могут находиться вблизи строительной площадки, снижает неблагоприятные последствия для окружающей среды. Применение натуральных, как собственно волокон, так и отходов от переработки растений, в качестве армирующих элементов композитных материалов, является одним из наиболее важных исследовательских задач современных материаловедческих исследований. Оценка экологических издержек и экологической прибыли от применения теплоизоляционных материалов позволила выявить экологические преимущества природных дешевых теплоизоляторов.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гигиена с основами экологии человека: учебник / В.И. Архангельский [и др.]; под ред. П.И. Мельниченко. – 2010. – 752 с.: ил.
2. Белая книга WAO по аллергии 2011–2012: резюме / Под редакцией Р.И. Сепиашвили, Т.А. Славянской. – М: Медицина-Здоровье, 2011. – 12 с.
3. Проскурина, А.С. Состояние репродуктивной системы женщин в условиях неблагоприятной экологической обстановки окружающей среды / А.С. Проскурина, Е.В. Невзорова, А.В. Гулин, К.И. Засядько // Вестник Тамбовского университета. – Серия: Естественные и технические науки. – 2015. – № 2.
4. Валеева, Э.Т. Профессиональные заболевания и интоксикации, развивающиеся у работников нефтехимических производств в современных условиях / Э.Т. Валеева, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Р.Р. Галимова // Экология человека. – 2010. – № 3.
5. Directive 2002/91/EU (2002) Directive of the European Parliament and of the Council 2002/91/EC of 16 December 2002 on the energetic performance of building.
6. Directive 2005/32/EU (2005) Directive of the European Parliament and of the Council 2005/32/EC of 6 July 2005 establishing a framework for setting requirements of eco-project for energy-using products and amending Council Directive 92/42/EEC, and Directive of the European Parliament and of the Council 96/57/EC and 2000/55/EC.
7. Steidl, T. Thermal insulation of today and tomorrow // Energia i Budynek. – № 34. – P. 17–21.
8. Bjørn, P.J. Traditional, states-of-art and future thermal building insulation materials and solutions-properties, requirements and possibilities // Energy and Building. – № 43. – 2011. – P. 2549–2563.
9. Eco-efficient construction and building materials woodhead Publishing Limited, 2014 // Edited by F. Pacheco – Torgal – 630 p.
10. Stevulova, N. Lightweight Composites Based on Rapidly Renewable Natural Resource / N. Stevulova, J. Cigasova, A. Sicakova // Chemical Engineering Transactions. – Vol. 35. – 2013 – P. 589–594.
11. Cigasova, J. Influence of binder nature on properties of lightweight composites based on hemp hurds // J. Cigasova, N. Stevulova, J. Jurak // International Journal of Modern Manufacturing Technologies. – Vol. V. – № 2. – 2013. – P. 27–36.
12. Филатов, И.С. Климатическая устойчивость полимерных материалов. – М.: Наука, 1983. – 216 с.
13. Herz OZC Available. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sankom.pl/program-auditor-ozc-3d>. – Дата доступа: 04.10.2012.

Материал поступил в редакцию 14.06.2016

#### TUR V.V., SHALOBYTA T.P., SHALOBYTA N.N. Environmental and hygienic aspects of thermal insulating building materials effective usage

The increasing pace of human activities in the XX and XXI century led to a serious contamination of the planet by variety of production waste. Violation of the natural composition of air, quality of water, environmental degradation cause a number of irreversible pathophysiological changes in the human body, which justifies the need of cooperating activity of doctors hygienists and builders on creating an environmentally safe and comfortable human habitat at the current stage of construction. Some aspects of obtaining, usage and disposal of building materials with medical and hygienic items are considered. Evaluation of environmental costs and environmental gains from the use of thermal insulation materials made it possible to identify the environmental advantages of natural cheap heat insulators.

УДК 666.97:546

Левчук Н.В., Новосельцева А.Г.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ БЕТОНОВ И АНАЛИЗА ИХ КАЧЕСТВА

**Введение.** Начиная с периода установления взаимосвязи между электрическими явлениями и химическими процессами, электрохимия получила широкое и разностороннее применение в различных отраслях промышленности. В химической промышленности это синтез и производство методом электролиза хлора и щелочей, многочисленных окислителей, получение фтора и фторорганических соединений. Электрохимические методы позволили получить такие металлы, как алюминий, магний, натрий, литий и многие другие, рафинировать медь. По мере использования запасов природного топлива и увеличения

производства электроэнергии будет возрастать получение водорода путем электролитического разложения электролитов, таких как едкий натр, серная кислота, в меньшей степени вода, ввиду очень малой электропроводности.

Одним из первых электрохимических производств является гальванопластика. Защитные и декоративные гальванические покрытия, такие как хромирование, никелирование, лужение, серебрение и другие, а также гальванические покрытия с заданными оптическими, механическими и магнитными свойствами широко используются в

Левчук Наталья Владимировна, к.т.н., доцент кафедры инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Новосельцева Анна Геннадьевна, ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

промышленности. Такие электрохимические процессы как анодное растворение металлов заменяет механическую обработку твердых и сверхтвердых металлов и сплавов.

Широкое распространение получили и электрохимические методы анализа, такие как кондуктометрия, потенциометрия, вольтамперометрия, амперометрия и другие. Кондуктометрия основана на измерении электропроводности раствора и применяется для определения концентрации солей, кислот в различных растворах. Электропроводность раствора играет важную роль при промышленном применении электролиза, так как от нее зависит расход электроэнергии. Потенциометрия применяется для определения различных физико-химических параметров исходя из данных о потенциале гальванического элемента. В потенциометрических измерениях широко применяются ионоселективные электроды, чувствительные, преимущественно к какому-то одному иону в растворе: стеклянный электрод используется для измерения pH, и электроды для селективного определения ионов натрия, аммония, фтора, кальция, магния и др. В поверхностный слой ионоселективного электрода могут быть включены ферменты, в результате получается система, чувствительная к соответствующему субстрату. Потенциометрическое титрование позволяет определить точку эквивалентности и найти такие термодинамические параметры, как константа равновесия и стандартный потенциал.

Вольтамперометрические методы при использовании микроэлектродов с площадью поверхности 10<sup>-7</sup>-10<sup>-1</sup> см<sup>2</sup> позволяют получать вольтамперные кривые, идентифицирующие растворенные вещества, определить их концентрацию, термодинамические и кинетические параметры. Вольтамперометрические исследования проводятся также с помощью твердых электродов, например из платины и углерода, и используются процессы, протекающие при положительных потенциалах. Существуют и другие виды вольтамперометрии: вольтамперометрия с линейной разверткой потенциала, дифференциальная импульсная и квадратно-волновая, – при которых на линейно растущий потенциал налагаются импульсы напряжения разной формы. Эти методы широко используются для определения малых концентраций веществ в растворе. Метод амперометрии основан на измерении предельного диффузионного тока, проходящего через раствор при фиксированном напряжении между индикаторным электродом и электродом сравнения. При амперометрическом титровании точку эквивалентности определяют по излому кривой тока – объем добавляемого рабочего раствора. Хроноамперометрические методы основаны на измерении зависимости тока от времени и применяются в основном для определения коэффициентов диффузии и констант скорости.

Существуют и другие электроаналитические методы. При относительно движении электролита и заряженных частиц или поверхностей в электрическом поле возникают электрокинетические эффекты. Примером такого рода является электрофорез и электроосмос. При электрофорезе происходит разделение заряженных частиц (например, молекул белка или коллоидных частиц), движущихся в электрическом поле, а при электроосмосе наблюдается передвижение жидкой фазы относительно поверхности твердых частиц [1].

Электрохимические явления, процессы и методы анализа нашли широкое применение в технологии очистки природных и сточных вод, контроле их качественного и количественного состава. К электрохимическим методам очистки воды относятся: анодное окисление и катодное восстановление, электрокоагуляция, электрофлотация и электродиализ. Все эти процессы протекают на электродах при пропускании через воду постоянного электрического тока. Электрохимические методы позволяют очистить питьевые воды, а при очистке сточных вод извлекать из них ценные продукты при относительно простой автоматизированной технологической схеме очистки, без использования химических реагентов. Эффективность электрохимических методов оценивается рядом факторов: плотностью тока, напряжением, коэффициентом полезного использования напряжения, выходом по току, выходом по энергии.

Анодное окисление и восстановление используются для очистки воды от растворенных примесей: цианидов, роданидов, аминов, спиртов, альдегидов, нитросоединений, азокрасителей, сульфидов, меркантанов и др. В процессах электрохимического окисления вещества, находящиеся в сточных водах, полностью распадаются с

образованием CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> и воды или образуются более простые и нетоксичные вещества, которые можно удалить другими методами.

В процессе электрофлотации очистка сточных вод от грубодисперсных частиц проходит при помощи пузырьков газа, образующихся при электролизе воды. На аноде возникают пузырьки кислорода, а на катоде – водорода. Поднимаясь в сточной воде, эти пузырьки флотируют взвешенные частицы. При использовании растворимых электродов происходит образование хлопьев коагулянтов и пузырьков газа, что способствует более эффективной флотации.

Для опреснения соленых вод и очистки промышленных сточных вод используют электродиализ – процесс очистки сточных вод, основанный на разделении ионизированных веществ под действием электродвижущей силы, создаваемой в растворе по обе стороны мембран. Процесс проводят в электродиализаторах, простейшая конструкция которых состоит из трех камер, отделенных одна от другой мембранами. В среднюю камеру заливают раствор, а в боковые, где расположены электроды, – чистую воду. Анионы током переносятся в анодное пространство. На аноде выделяется кислород и образуется кислота. Одновременно катионы переносятся в катодное пространство. На катоде выделяется водород и образуется щелочь. По мере прохождения тока концентрация солей в средней камере уменьшается до тех пор, пока не станет близкой к нулю. За счет диффузии в среднюю камеру поступают ионы H<sup>+</sup> и OH<sup>-</sup>, образуя воду.

Особое место в технологии очистки воды занимает электрокоагуляция. При прохождении воды через межэлектродное пространство электролизера происходит электролиз воды, поляризация частиц, электрофорез, окислительно-восстановительные процессы, взаимодействие продуктов электролиза друг с другом. На процесс электрокоагуляции оказывает влияние материал электродов, расстояние между ними, скорость движения сточной воды между электродами, ее температура и состав, напряжение и плотность тока. Для очистки промышленных сточных вод, содержащих высоко устойчивые загрязнения, проводят электролиз с использованием растворимых – стальных или алюминиевых анодов. Под действием тока происходит растворение металла, в результате чего в воду переходят катионы железа или алюминия, которые, встречаясь с гидроксильными группами, образуют гидраты окисей металлов в виде хлопьев, которые осаждают загрязнители [2].

Использование алюминиевых электродов в процессе электрокоагуляции воды позволило получить коллоидную систему, обладающую особыми свойствами, способствующими использованию ее в качестве раствора затворения бетонов различного состава и упростить известные технологии с применением других добавок в бетон. Коллоидный гидроксид алюминия полученный электролизом воды с алюминиевыми электродами в результате взаимодействия гидратированного и свободного гидроксида кальция и минералами цементного клинкера, образует гидроалюминаты, изменяя состав продуктов гидратации, что приводит к увеличению прочности портландцементных систем.

Предлагалось использовать коллоидную систему гидроксида алюминия, которая является отходом электрокоагуляционного метода очистки воды или специально приготовленного раствора при электролизе воды с алюминиевыми электродами, непосредственно перед введением в бетонную смесь [3].

На рисунке 1 показана схема получения коллоидного гидроксида алюминия методом электролиза. На положительно заряженном электроде происходит анодное растворение алюминия по схеме  $Al^0 - 3e = Al^{3+}$ . Продуктом электролиза в данном случае является коллоидный раствор с мицеллой золя гидроксида алюминия следующей структуры:





