

По срокам цветения рассматриваемые виды растений можно отнести к весенне-летнецветущим (купальница европейская, лапчатки скальная, железистая) и летнецветущим (шалфей мускатный, лапчатки Тунберга, изящная, непальская, Гиппиана, серебристолистная, гипсофила метельчатая).

Выявлено, что особенности развития растений связаны с их жизненной формой. Корневая система в первый год жизни растений опережающими темпами развивается у многолетних видов (купальница, гипсофила, лапчатки), в отличие от двулетнего шалфея мускатного.

Размножение посадочного материала перспективных видов для использования в озеленении возможно вегетативным и семенным способами в условиях открытого грунта. Изучение посевных качеств семян исходных видов многолетних растений в лабораторных и полевых условиях показало, что наибольшая всхожесть семян испытуемых растений была при проращивании при переменных температурах (15–21°C) и сроке хранения 120 дней. При этом семена лапчаток в лабораторных условиях показали довольно низкие результаты, что свидетельствует о необходимости проведения мероприятий по их предпосевной подготовке. Выявлено незначительное различие показателей всхожести семян гипсофилы сбора 2011 г. и 2012 г. (84,6% и 82,7% соответственно), что свидетельствует о высокой жизнеспособности семян этого вида растения. Установлено, что с увеличением срока хранения всхожесть семян шалфея мускатного быстро снижается. В результате проведенных исследований выявлено, что применение физиологически активных веществ (оксидат торфа, гидрогумин, гибберелиновая кислота) можно рекомендовать как эффективный способ предпосевной обработки семян изучаемых видов лапчаток.

Декоративные многолетники можно использовать в ландшафтном дизайне в качестве растений заднего (шалфей мускатный, гипсофила метельчатая), среднего (купальница европейская, лапчатки изящная, железистая, непальская, Гиппиана, Турберга) или переднего планов (лапчатки скальная, серебристолистная). Перспективные виды могут использоваться в различных приемах цветочного оформления преимущественно в пейзажном стиле: солитеры (гипсофила, купальница, шалфей), группы, миксбордеры, посадки у водоемов (купальница европейская), контейнерное озеленение (лапчатки). В регулярных видах цветочного оформления (клумба, бордюр, рабатка) возможно применение посадок шалфея, лапчаток.

Таким образом, все изучаемые виды многолетних растений в условиях г. Минска вполне адаптированы к местному климату, морозоустойчивы, проходят полный цикл развития и завязывают полноценные семена. Растения отличаются неприхотливостью в культуре и устойчивостью к вредителям и болезням и вполне заслуживают внимания для использования в ландшафтном дизайне.

©БГТУ

## **ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ НА СВОЙСТВА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ СЛОИСТОГО КОБАЛЬТИТА КАЛЬЦИЯ**

**О.Ю. КОЛОСОВСКАЯ, Е.А. ЧИЖОВА, А.И. КЛЫНДЮК**

The ceramic  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  by means of solid-state reactions, citrate, polymeric and sol-gel methods were prepared. The crystal structure, thermal expansion, electrical conductivity and thermo-EMF of the samples were investigated and values of their power factor were calculated. It is shown that usage of solution methods let us obtain more dense and fine-grained ceramics, which possess higher values of electrical conductivity and power factor

Ключевые слова: кобальтит, электропроводность, термо-ЭДС, фактор мощности

Свойства любой керамики, в том числе и керамики на основе слоистого кобальтита кальция, зависят от условий ее синтеза, поэтому разработка метода получения материала с наилучшими функциональными характеристиками и низкой стоимостью является актуальной, научно значимой и практически важной задачей. В связи с этим целью настоящей работы являлось исследование влияния метода получения керамики  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  на ее тепло- и электрофизические свойства.

Керамика  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$  была получена методом твердофазных реакций (ТФР), цитратным (ЦМ), полимерным (ПМ) и золь-гель методом (ЗГМ). При получении керамики методом ТФР использовали  $\text{CaCO}_3$  (ч.) и  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (ч.), которые смешивали в планетарной мельнице, прессовали в диски диаметром 25 мм и толщиной 3–5 мм и отжигали в течение 12 ч при 1173 К, затем перемалывали, перепрессовывали и спекали в течение 12 ч при 1193 К. Для синтеза образцов ЦМ готовили водные растворы  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (ч.д.а) ( $C = 0,6$  М),  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (ч.д.а.) ( $C = 0,8$  М) и  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  (ч.) ( $C = 0,5$  М), которые смешивали в объемном соотношении 1 : 1 : 5. При использовании ПМ и ЗГМ к полученному раствору дополнительно добавляли раствор этиленгликоля ( $n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2) : n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = 1 : 1$ ). При синтезе образцов ЗГМ рН образовавшегося раствора доводили до значения примерно 2,5, добавляя концентрированный раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$  (ос.ч.). Полученные растворы упаривали при 343–363 К до образования вязкого фиолетового геля. Полученный гель сушили при 383–403 К на электроплитке до обра-

зования розового, а в случае ПМ и ЗГМ – темно-серого ксерогеля. Ксерогели измельчали, высушивали на электроплитке при 433–453 К до образования черного порошка, который отжигали течение 4 ч при 873 К. Прокаленный черный порошок перетирали и прессовали в таблетки и бруски, которые отжигали в течение 10–12 ч в интервале температур 1123–1173 К с последующим спеканием в течение 8 ч при 1183 К.

После завершения синтеза все полученные образцы слоистого кобальтита кальция были в пределах точности РФА, однофазными, и имели структуру  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$ . Параметры кристаллической структуры образцов  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$ , полученных различными методами находятся в хорошем согласии друг с другом. Коэффициент линейного термического расширения керамики, полученной растворными методами (за исключением образца, полученного ЗГМ), ниже, чем для керамики, полученной методом ТФР, что, по всей видимости, связано с меньшей пористостью образцов, полученных из растворов. Полученные в работе материалы являются полупроводниками *p*-типа. Величина проводимости керамики, полученной растворными методами, была выше, чем керамики, полученной методом ТФР, причем наибольшей электропроводностью характеризовалась керамика, полученная ПМ и ЗГМ, что, по всей видимости, обусловлено ее меньшей пористостью. Таким образом, результаты измерений электропроводности позволяют заключить, что использование растворных методов при синтезе слоистого кобальтита кальция позволяет получить более электропроводящую керамику, перенос заряда в которой осуществляется с меньшими энергетическими затруднениями. Величина термо-ЭДС керамики, полученной растворными методами была несколько выше, чем керамики, полученной методом ТФР. Наибольшим значением фактора мощности характеризовалась керамика  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9+\delta}$ , полученная ЗГМ, –  $\approx 190 \text{ мкВт}/(\text{м}\cdot\text{К}^2)$  при температуре 1100 К, что более чем в два раза превышает величину фактора мощности керамики, полученной методом ТФР при той же температуре. Таким образом, использование растворных методов позволяет получить более плотную и мелкозернистую керамику слоистого кобальтита кальция, характеризующуюся более высокими значениями электропроводности и фактора мощности.

©ГрГУ им. Я. Купалы

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ОСАДКОВ СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ НА ИЛОВЫХ ПЛОЩАДКАХ**

*Е.В. КРУКОВСКАЯ, В.Н. МАРЦУЛЬ*

Object of studying is sewage sludge of biological treatment facilities of the enterprise for production of mineral fertilizers “Grodno Azot”. Physical, chemical and microbiological characteristics of sewage sludge are given in the article, and also their influence on environment. It is revealed that humidity of sewage sludge decreases during their storage. The content of mineral substances remains stable and organic increases. The contents of macro- and microelements as a part of sewage sludge and regularity of their changes in storage process are defined. As a result of storage the quantity of aerobic microorganisms and bacteria of group of an intestinal stick is reduced, and also dehydrogenase and catalase activity decreases. Results of work can be used for development of the specifications and technical documentation on sludge, which are prepared for use (reclamation of the broken lands).

Ключевые слова: осадки сточных вод, иловые площадки.

В процессе механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод на очистных сооружениях образуются различного вида осадки, содержащие органические и минеральные компоненты. Количество осадков составляет 0,5–10% объема сточной воды в зависимости от схемы очистки и влажности осадка [1, 2].

Одним из компонентов осадков сточных вод является избыточный активный ил, который представляет собой хлопьевидную биомассу, состоящую из бактерий и микроорганизмов с адсорбированными на их поверхности загрязнениями из сточной воды. В активном иле, кроме аэробных бактерий, составляющих основную массу, встречаются дрожжевые и мицелиальные грибы, простейшие; из патогенных бактерий – возбудители желудочно-кишечных и других заболеваний. Активный ил быстро загнивает, издавая специфический запах. По механическому составу он относится к тонким суспензиям, состоящим на 98% по массе из частиц размерами меньше 1 мм. Количество органических соединений в активном иле в значительной мере зависит от метода биологической очистки и параметров процесса и колеблется от 65 % (для аэротенков продленной аэрации) до 75 % (для высокопроизводительных аэротенков).

Все основные способы обработки осадков сточных вод направлены на уменьшение объема и подготовку к использованию осадка. Существующие методы обработки осадков сточных вод сводятся к уплотнению, стабилизации, обезвоживанию, сушке, после чего они используются для рекультивации нарушенных земель, вносятся на почву под сельскохозяйственные культуры, захораниваются или сжигаются [1].