

### Список литературы

1. Hill G. M., Shannon M. C., *Copper and Zinc Nutritional Issues for Agricultural Animal Production. Biological Trace Element Research*, 2019. – 188:148–15.
2. ГОСТ 32195 Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот. – <https://docs.cntd.ru/document/1200107338>.
3. МУК 4.1.1483-03 Методические указания. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.06.2003). – <https://docs.cntd.ru/document/1200032531>.
4. Sekar Alinda Nastiti, Harmita, Catur Jatmika *Synthesis and analysis of zinc methionine, zinc glycine, copper leucine, and copper glycine complexes using atomic absorption spectrophotometry. Int. J. App. Pharm., Vol. 10, Special Issue 1*, 2018. – P.388–391.
5. Dan Rusu, Andreea Stanila, Iuliu Ovidiu Marian, Calin Ovidiu Marian, Mariana Rusu, Roxana Lucaciu *Synthesis and Characterization of Some Cobalt (II) Complexes with Amino Acids Having Biological Activities, Rev. Chim. (Bucuresti)*, v. 60, Nr. 9, 2009. – P.939–943.

## ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КИНЕТИКУ ПРОЦЕССА ЩЕЛОЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТХОДОВ

А. С. Новиков

Научный руководитель – д.т.н., профессор отделения естественных наук А. В. Мостовщиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, дом 30

### Актуальность

Алюминий – самый часто перерабатываемый материал, который полностью поддается переработке, при этом не утрачивая своих свойств. Около 75 % алюминия, выпущенного за все время существования отрасли, используется до сих пор. Сегодня производство вторичного алюминия занимает около 30 % от общего объема выпуска, и его доля продолжает расти.

Металлургическая переработка лома и отходов алюминия заключается в том, что после предварительной подготовки лом и отходы подвергаются термической обработке в плавильных печах. На производство первичного алюминия затрачивается энергия 174 ГДж/т, а на производство, связанное с переработкой алюминия 20 ГДж/т [1].

Алюминиевая стружка является смесью алюминия, оксида алюминия и различных примесей с металлургических производств. Алюминий, находящийся в образце, является одним из самых активных металлов, а химические реакции с ним, как правило, являются экзотермическими. Одним из главных преимуществ экзотермических реакций является тот факт, что после подачи необходимой для начала реакции

энергии, в дальнейшем её вводе в систему нет необходимости, поскольку выделяемое в ходе реакции тепло в первую очередь расходуется на поддержание химического процесса, что существенно повышает экономическую эффективность процесса.

Для интенсификации химических реакций, помимо введения катализатора, используют различные физические воздействия: температура, давление, ультрафиолетовое, микроволновое и ультразвуковое воздействие [2].

Ультразвук нашел множество технологических применений, начиная от очистки, синтеза полимеров, разложения загрязняющих веществ и изготовления наночастиц до биомедицинских приложений и пищевой отрасли. Разделом химии, который изучает влияние ультразвуковой энергии на химические реакции, а также возникающие при этом физические, химические, а также физико-химические эффекты – является сонохимия [3–4].

### Выводы

В ходе данного исследования были изучены физико-химические особенности процесса, было установлено, что при небольшом нагреве (10–20 градусов относительно комнатной тем-

пературы) ультразвук способен увеличивать скорость химической переработки алюминиевых отходов на 25–44 %, при этом снижая индукционный период вдвое. Реакция протекает в течение нескольких минут. Предложен механизм, согласно которому интенсифицирующее воздействие ультразвука объясняется сонохимической кавитацией, перемешиванием реакционной среды, небольшим повышением pH и температуры. Кроме того, с полученными результатами хорошо согласуются расчетные величины температурного коэффициента и энергии активации, согласно которым данная кинетическая область

является переходной. Для которой характерны соизмеримые скорости химической реакции и диффузии, поэтому и интенсифицирующие воздействия для диффузионной и кинетической сред способны в значительной степени ускорять данный химический процесс

На основании результатов, была предложена методика для химической утилизации алюминиевых отходов, которая включает в себя химическую реакцию между водным 5 % раствором щелочи и алюминиевой стружкой в ультразвуковом поле, продуктами которой являются чистый водород и гидроксид алюминия.

### Список литературы

1. Утилизация отходов алюминиевого производства в керамической промышленности / Еромасов Р. Г., Никифорова Э. М., Спектор Ю. Е. // Журнал Сибирского федерального университета, 2012. – № 4. – С. 442–453.
2. Водород – энергоноситель и реагент. технологии его получения / Солодова Н. Л., Черкасова Е. И., Салахов И. И., Тутубалина В. П. // Проблемы энергетики, 2017. – Т. 19. – № 11. – С. 39–50.
3. A comprehensive numerical analysis of heat and mass transfer phenomenons during cavitation sono-process / A. Dehane, S. Merouani, O. Hamdaoui, A. Alghyamah // Ultrasonics Sonochemistry, 2021. – V. 73. – 105498.
4. Sonochemical effect and pore structure tuning of silica xerogel by ultrasonic irradiation of semi-solid hydrogel / Y. Maeda, Y. Hayashi, J. Fukushima, H. Takizawa // Ultrasonics Sonochemistry, 2021. – V. 73. – 105476.

## ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ И МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

А. В. Обухова

Научный руководитель – д.т.н., профессор В. И. Отмахов

Национальный исследовательский Томский государственный университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 36, nastyuffka201095@gmail.com

В настоящее время актуальным является установление периодических закономерностей распределения химических элементов в биологических объектах, а также изучение взаимосвязи в пищевых цепочках «потребитель – объект потребления». Организм животных можно рассматривать в качестве биоиндикатора, интегрирующего в себе особенности геохимической обстановки природной среды [1]. Несомненно, выявление новых закономерностей распределения химических элементов в живых организмах весьма актуально, так как позволяет расширить представления об их роли в жизни отдельных биологических объектов и био- и экосистем на локальном, региональном и глобальном уровнях. Целью данного исследования является изучение методом ДАЭС с МАЭС особенностей

распределения химических элементов в живых организмах, обитающих в Томской области.

Объектами данного исследования являются яйца, зерно, комбикорм, перья куриц. Навески исследуемых образцов массой 1,0–5,0 г подвергались термическому разложению в муфельной печи при температуре  $(450 \pm 10)$  °С до постоянной массы. Порошкообразные смеси разбавляли графитовым порошком в 10 и 100 раз последовательно.

Из таблицы Д. И. Менделеева в данном эксперименте выбраны 30 элементов, что было обусловлено наличием стандартных образцов с точно известными концентрациями выбранных элементов, дающими достоверные результаты в заданном диапазоне измерений. Съёмку спек-