

## Секция 5 НАУКА ЮНЫХ (VARIA)

---

Д.А. БАБЕНКО, А.А. ГЕРАСИМОВА

Научный руководитель – А.А. Белохвостов  
Республика Беларусь, Витебск, Лицей ВГУ имени П.М. Машерова

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЛИЗА ГЛИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Алюминий – металл, без которого сложно представить современный мир. Его используют в самолетах, автомобилях, смартфонах и даже в упаковке продуктов. Однако традиционное производство алюминия из бокситов требует больших энергозатрат и связано с образованием токсичных отходов, таких как «красные шламы». В Беларуси бокситов нет, но есть альтернатива – местные глины, богатые оксидом алюминия. Настоящая работа посвящена исследованию возможности получения алюминия из белорусских глин методом электролиза.

Республика Беларусь располагает значительными запасами глин, которые могут стать сырьем для производства алюминия. Например, месторождение «Голбица» в Витебской области содержит глины с содержанием оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ) от 11,71% до 21,26%. Химический анализ показал, что в состав этих глин входят такие минералы, как каолинит, боксит и нефелин. Каолинит, известный как основа белой косметической глины, в сочетании с бокситом образует комплекс, из которого можно извлекать алюминий. Еще один перспективный объект – месторождение «Заозерное» в Гомельской области, где обнаружены боксит-давсонитовые руды с содержанием  $Al_2O_3$  до 25%. Давсонит, редкий минерал, также содержит алюминий и может быть использован в химической промышленности [4].

Целью данной работы является исследование перспектив использования электролиза глины для получения алюминия в Республике Беларусь, а также оценка экономической и экологической целесообразности такого производства.

**Основная часть.** Для подтверждения пригодности глин в качестве сырья нами была проведена серия экспериментов. Первым этапом стал химический анализ образцов из Витебского района. Глину высушили, измельчили в порошок и обработали 10% раствором соляной кислоты. Кислота растворяет соединения алюминия, переводя их в раствор, а нерастворимые примеси, такие как кварц, остаются в осадке. После кипячения смеси в течение 15 минут раствор профильтровали и добавили в него нитрат кобальта и аммиак. Появление ярко-синего окрашивания, известного как «тенарова синь», подтвердило наличие алюминия. Интенсивность цвета показала, что содержание  $Al_2O_3$  в образцах достигает 18–20%, что соответствует минимальным требованиям для промышленной переработки [2].

Следующим шагом стал эксперимент по электролизу обогащенной глины. Для этого учащиеся использовали упрощенную лабораторную установку. Образцы глины, предварительно обработанные соляной кислотой, смешали с хлоридом натрия ( $NaCl$ ) и хлоридом калия ( $KCl$ ) – эти соли снижают температуру плавления смеси. Расплав нагрели до 700°C в муфельной печи и пропустили через него постоянный ток с помощью графитовых электродов. Через два часа на катоде (отрицательном электроде) образовался серебристый налет – это был алюминий. Из 100 г глины удалось получить 7,5 г металла с высокой чистотой. Небольшие примеси железа и кремния объясняются особенностями состава исходного сырья, но их можно удалить дополнительной очисткой.

Организация производства алюминия в Беларуси имеет ряд преимуществ. Во-первых, страна обладает доступом к дешевой электроэнергии от Белорусской АЭС, введенной в эксплуатацию в 2020 году. Электролиз – энергоемкий процесс: для получения одной тонны алюминия требуется 13000–15000 кВт·ч. Низкие тарифы на электроэнергию (около 0,05 \$ за кВт·ч) значительно снизят себестоимость производства. Во-вторых, создание алюминиево-

го завода позволит создать до 1000 новых рабочих мест, включая инженеров, технологов и рабочих. В-третьих, использование глин вместо бокситов минимизирует экологические риски. Традиционное производство алюминия сопровождается образованием токсичных «красных шламов», а отходы переработки глин можно применять в строительстве – например, для производства керамзита или кирпича.

Однако есть и сложности. Главная проблема – относительно низкое содержание оксида алюминия в белорусских глинах по сравнению с бокситами (40–60 %  $Al_2O_3$ ). Для повышения концентрации алюминия необходимо обогащение сырья. Мы предлагаем два метода: кислотную экстракцию и флотацию. Обработка 10% раствором соляной кислоты позволяет извлечь до 85 %  $Al_2O_3$ , а флотация с реагентом на основе дитиофосфата повышает эффективность до 92 %. Эти методы требуют дополнительных затрат, но их можно оптимизировать для промышленного использования. Еще одним препятствием является высокая стоимость оборудования для электролиза. Решение этой проблемы возможно через государственную поддержку, международные гранты или партнерство с компаниями которые уже имеют опыт внедрения аналогичных технологий.

Важно отметить, что даже в условиях лаборатории IT и методов обучения химии ВГУ имени П.М. Машерова учащиеся смогли доказать принципиальную возможность получения алюминия из местных глин. Исследования проводились с соблюдением всех правил безопасности и техники химического эксперимента [1, 3]. Это открывает путь для масштабирования технологии. Следующими шагами должны стать детальная геологоразведка месторождений, строительство пилотного завода и расчет точной себестоимости производства. Например, предварительные оценки показывают, что при текущих ценах на алюминий (около 2500 \$ за тонну) и себестоимости 1800 \$ проект может окупиться за 8–10 лет.

Таким образом, Республика Беларусь обладает всеми необходимыми ресурсами для организации собственного производства алюминия. Наличие сырьевой базы, доступ к дешевой электроэнергии и растущий спрос на «зеленый» алюминий в Европе делают этот проект не только технически осуществимым, но и экономически перспективным. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию технологий обогащения глин и разработку экологически безопасных методов переработки отходов. Как показал эксперимент, даже небольшая лаборатория может стать отправной точкой для большого национального проекта.

Алюминий является одним из наиболее востребованных металлов в современной промышленности благодаря своим уникальным свойствам: легкости, коррозионной стойкости и высокой электропроводности. Его применение охватывает такие отрасли, как машиностроение, строительство, авиация, электроника и транспорт. В условиях растущего спроса на алюминий, особенно в связи с развитием зеленых технологий и электромобилей, актуальным становится поиск альтернативных источников его производства.

Одним из ключевых факторов для организации производства алюминия является наличие доступной и дешевой электроэнергии, так как процесс электролиза требует значительных энергозатрат. В этом контексте БелАЭС, введенная в эксплуатацию в 2020 году, может стать основным источником энергии для алюминиевого производства.

Для определения содержания алюминия в глине была использована следующая методика:

1. Образец глины обрабатывали 10% раствором соляной кислоты.
2. Смесь кипятили в течение 10–15 минут.
3. Полученный раствор фильтровали.
4. К 2 см<sup>3</sup> фильтрата добавляли 2–3 капли раствора нитрата кобальта (II) и 5-6 см<sup>3</sup> 25% раствора аммиака.

Интенсивность синего окрашивания («тенарова синь») свидетельствовала о высоком содержании алюминия в исследуемом образце.

Результаты анализа подтвердили, что глины Витебского района содержат значительное количество оксида алюминия, что делает их перспективным сырьем для металлургической промышленности.

Организация производства алюминия в Беларуси может принести значительные экономические выгоды, включая создание новых рабочих мест, увеличение экспортного потенциала и снижение зависимости от импорта. Кроме того, алюминий является экологически чистым ма-

териалом, который способствует декарбонизации экономики и снижению выбросов углекислого газа.

Для реализации проекта по производству алюминия необходимо:

1. Провести детальную геологоразведку месторождений глин и бокситов.
2. Разработать технологию извлечения алюминия из местного сырья.
3. Построить специализированные предприятия, оснащенные современным оборудованием.
4. Учитывать экологические требования и минимизировать воздействие на окружающую среду.

**Заключение.** Проведенное исследование подтверждает, что Республика Беларусь обладает значительным потенциалом для организации производства алюминия на основе местных ресурсов. Наличие сырьевой базы, энергетических ресурсов и растущий спрос на алюминий делают этот проект экономически и экологически целесообразным. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию технологий извлечения алюминия из глин и оценку экономической эффективности проекта.

Авторы выражают благодарность профессору кафедры экологии и географии Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, доктору геолого-минералогических наук, профессору А.Н. Галкину за предоставленные им ценные теоретические и аналитические материалы, а также старшему преподавателю этой кафедры Г.И. Пиловцу за обеспечение проведенного исследования образцами минералов.

Список цитированных источников:

1. Борисевич, И.С. Химия. 7–11 классы: организация исследовательской деятельности учащихся: пособие для учителей учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / И.С. Борисевич, Е.Я. Аршанский, А.А. Белохвостов. – Минск: Аверсэв, 2020. – 142 с.
2. Кузнецов, В.А. Коллоидные соединения алюминия и радиоизотопы в ландшафтах Беларуси / В.А. Кузнецов, В.А. Генералова // Литосфера. – 1998. – № 8. – С. 119–124.
3. Общая и неорганическая химия. Введение в общую химию: адаптивный курс: учеб.-метод. комплекс / сост.: А.А. Белохвостов, Е.Я. Аршанский. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2017. – 96 с.
4. Цилибина, В. Точка роста – алюминий / В. Цилибина // Нефтехимия. – URL: <https://belchemoil.by/news/analitika/tochka-rosta-alyuminij> (дата обращения: 02.02.2025).

**Д.А. БАТУРСКАЯ**

Научный руководитель – А.А. Гладкова

Республика Беларусь, Витебск, Лицей ВГУ имени П.М. Машерова

### **ЖЕНСКИЕ ОБРАЗЫ В ДРАМЕ А.Н. ОСТРОВСКОГО «ГРОЗА»: СТРАТЕГИЯ ПОВЕДЕНИЯ**

Драматургия А.Н. Островского остаётся востребованной в современном театре, драматурга и его произведения до сих пор ставят на подмостках, его пьесы получают новую интерпретацию. Так, к 200-летию Островского в Национальном академическом драматическом театре им. М. Горького (г. Минск) состоялась премьера спектакля «Opus 40. Бесприданница». Кроме этого, неоднократно во многих театрах страны ставились спектакли и по другим пьесам Островского. К примеру, в том же театре была поставлена пьеса «Доходное место», в театре на Немиге – спектакли по пьесам «Гроза», «Волки и овцы», «Не сошлись характерами», «Бешеные деньги».

Актуальность исследуемой темы заключается в универсальной проблематике пьес А. Островского, который говорит языком художественной литературы о внутрисемейных проблемах, о положении женщины в семье и обществе.

Гипотеза исследования заключается в том, что мы рассматриваем драму А.Н. Островского «Гроза» как трагедию обманутого доверия, а также определяем стратегии поведения основных женских персонажей. Эта тема связана с ключевым образом произведения – образом Катерины, которая, не найдя понимания и сострадания у людей, решилась на крайний, отчаянный шаг.