

АЛУМИНИЙ: „КРИЛА НА ЧОВЕЧЕСТВОТО – ЛЮБИМЕЦ 13“

Категория „Презентация“, възрастова група 8. – 10. клас

Ростислав Стойков, 8. клас¹
Ръководител: Пепа Георгиева

*Професионална гимназия по хотелиерство и туризъм
„Академик Неделчо Неделчев“ – Сливен*

Резюме. Проучването е посветено на 200-годишнината от откриването на алуминия и е свързано с неговата интересна история и любопитни свойства, които провокират нашето въображение. Елементът с № 13 – „крилатият“, „въздушният“, притежава качества, които някога са били фантастика, но днес са реалност. Алуминиевата индустрия е в ход, но трябва ли да се страхуваме от алуминия? Той е единственият материал, който може да бъде рециклиран неопределен брой пъти, без да се разрушава и все още има същите качества като първия път, когато е бил създаден, и е щадящ околната среда.

Ключови думи: откриване; физични и химични свойства; рециклиране; околна среда; индустрия; здраве

„На този метал принадлежи бъдещето“
Д. И. Менделеев

Алуминият е метал с необикновено минало

Човечеството се натъква на алуминий много преди да бъде произведен металът, който познаваме днес. Легенди се разказват за него още преди новата ера.

Разказва се, че командир Архелай, последният цар на Кападокия, открил, че дървесината е практически огнеустойчива, ако се обработва с помощта на алуминиев разтвор. Плиний Стари, разказва историята на занаятчия от първи век, който представя на Тиберий – римски император, чаша, изработена от непознат метал, приличащ на сребро, но много по-лека. Външно е невероятно красива, със сребърен блясък, а е получена от обикновена глина. Това са легенди, но фактите са други.

Първата стъпка за получаване на алуминий е направена от известния Парацелз през 16. век. Той открил земя (руда), която съдържала оксид на неизвестен дотогава метал. В средата на 18. век експериментът се повтаря от германския химик Андреас Маргграф. Той нарича този оксид „алуминий“ (от латинския език *alumen* – стягащо). От този момент науката се запознава с алуминия, но тъй като не се е намирал в чиста форма, металът не е бил истински признат.

Първи опит за получаване на алуминий прави английският химик Хъмфри Дейви през 1808 г. чрез електролиза, обаче не успява.

Преди 200 г. на 31 юли 1825 г. датският физик Ханс Кристиан Оерстед открива алуминия. Той редуцира хлорида на този елемент с калиева амалгама при нагриване и изолира метала. Оерстед определя метала по качества, подобни на калай.

По-късно Фридрих Вьолер използва чист метален калий, за да редуцира алуминиевия хлорид до метала, а също така описва химичните свойства на алуминия. Той получава 30 грама алуминиев прах на 22 октомври 1827 г. След 18 години непрекъснати експерименти Вьолер създава малки топчета от втвърден алуминий (глобули), това се случва през 1845 г. През 1854 г. френски химик и индустриалец Сент-Клер Девил разработва по-евтин начин. Той използвал като редуциращо средство натрий вместо скъп калий. На Световното изложение в Париж през 1855 г. „среброто от глина“ създава фурор. Смята се, че първите алуминиеви изделия са били медали, направени по време на управлението на Наполеон III. По-евтин начин за производство на алуминий се появява в края на 19. век.

През 1886 г. в САЩ и във Франция едновременно се открива съвременният промишлен метод за получаване на алуминий чрез електролиза на разтвор от Al_2O_3 в стопен криолит (Na_3AlF_6). Процесът се извършва при температура от 1000 градуса, напрежение от 5 волта и ток над 100 000 ампера, в специални електрически пещи, като на анода се отделя кислород, а на катода – течен алуминий. Последният се събира на дъното на пещта, откъдето се премахва периодически. За получаването на 1 тон алуминий се изразходва повече от 16 000 kWh електроенергия.

За някои приложения чистият алуминий не е достатъчно як. Този проблем е решен от германския химик Алфред Вилмс чрез разтопяване на алуминий с малки количества мед, магнезий и манган. Той открил, че сплавта в продължение на няколко дни след закаляване става по-силна. През 1911 г. е произведена партида, която е наречена в чест на град Дуралуминиум, от който през 1919 г. от него е бил направен първият самолет (Lazarov et al., 1987). Така започва триумфалната процесия на елемент № 13 по света.

Алуминият е метал с необикновени физични свойства

Латинското наименование Aluminium е дадено по решение на (IUPAC) през 1990 година, а след 3 години признава също и Aluminum като възможен вариант. Името на елемента идва от латинската дума alumen за Alaun (стипца). Алуминият е с пореден, уникален атомен номер $Z = 13$ в Периодичната таблица. Има относителна атомна маса

$A_r(\text{Al}) = 26.98$. Химичният му знак е Al.

Химичният елемент алуминий съставлява около 8 % от масата на земната кора, като се включва в състава на множество скали и минерали. Не се открива като просто вещество в природата.

Алуминият е сребристобял на цвят с метален блясък. Много е лек, с плътност $2,7 \text{ g/cm}^3$, което е около една трета от тази на стоманата. Това намалява разходите за производство с алуминий. Използването му в превозни средства намалява мъртвото тегло и консумацията на енергия, като същевременно увеличава товароносимостта, а също така намалява шума и подобрява нивата на комфорт. Алуминият е отличен проводник на топлина и електричество и по отношение на теглото си е почти два пъти по-добър проводник от медта. Той не корозира, когато е изложен на въздух, поради непрекъснатия слой алуминиев оксид, образуващ се на повърхността му. Алуминият е добър отразител на видимата светлина (до 95%), както и на топлината, и това, заедно с ниското тегло, го прави идеален материал за отразители (Kolarov, 1975; Pavlova et al., 2024; Varbanova et al., 2020).

Алуминият е пластичен и има ниска температура на топене. Може да се обработва по няколко начина в разтопено състояние. Неговата пластичност позволява да се образуват алуминиеви изделия, близки до крайния дизайн на продукта – листове, фолио, геометрични конфигурации, тръби, проводници.

Алуминий – метал с интересни химични свойства

Алуминият може да взаимодейства с кислород, с неметали, киселини и основи, метални оксиди, вода. Алуминият взаимодейства лесно със солна киселина, по-бавно протича реакцията със сярна киселина, но от концентрирана азотна се пасивира и се използва за изработване на съдове за транспортиране на киселината (Kolarov, 1975; Pavlova et al., 2024; Varbanova et al., 2020). Между алуминия и брома протича бурна екзотермична реакция на синтез, за да се образува алуминиев трибромид AlBr_3 .

Страничният продукт на окисление на алуминия не е ръжда, а плътен филм от алуминиев оксид, който предпазва вътрешността му от по-нататъшна корозия. Оксидът диалуминиев триоксид (Al_2O_3) е непрозрачен минерал, без скъпоценни качества, нарича се обикновен корунд и е един

от най-твърдите минерали, има твърдост 9 по скалата на Моос. Обикновено съдържа примеси като желязо, титан, ванадий и хром и получените разновидности могат да бъдат красиво оцветени скъпоценни камъни – синият сапфир, червеният рубин, зеленият смарагд (Pavlova et al., 2024).

В подкрепа на свойствата на алуминия съм направил следните опити.

Взаимодействие на алуминий с натриева основа и солна киселина

За тези опити използвам алуминиево фолио, с което показвам и много други свойства на алуминия, мек е, има добра пластична деформация, малка плътност, метален блясък.

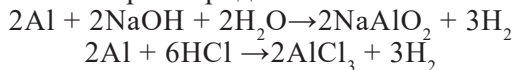
– Покриваме две бехерови чаши с алуминиево фолио, като леко го притискаме, за да се образува малка вдлъбнатина в средата.

– Във вдлъбнатината на едната чаша поставяме концентриран разтвор на натриева основа (NaOH), а във втората – солна киселина (HCl).

– В началото не се забелязват големи промени, но след кратко време се наблюдават мехурчета, което показва началото на химичната реакция.

– Постепенно реакцията се засилва – появяват се повече мехурчета, отделя се газ, а алуминиевото фолио започва да се разрушава.

– И в двете чаши се отделя водород, другите продукти са натриев метаалуминат и алуминиев трихлорид.



Алуминият взаимодейства подобно на магнезия и калция с киселини, но не така буйно. Тези реакции реално протичат и когато приготвяме храна в алуминиевите съдове или съхраняваме храна в алуминиево фолио. Добрата новина е, че реакциите са сравнително по-бавни и концентрацията на алуминиевите йони е малка. Но, да бъдем отговорни към здравето си!

Домашна пречиствателна станция

Алуминиевият хидроксид $\text{Al}(\text{OH})_3$ и калиево-алуминиевият сулфат $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ са често срещани алуминиеви съединения. Алуминиевият трихидроксид има много важно приложение, което засяга и тебе, и мене, засяга всички хора, които използват вода от обществените водопроводи. Хидроксидът се използва в станциите за подготовка на водата за питейни цели. Ролята на хидроксида е да задържи на огромната си повърхност всички примеси, които правят водата мътна, и това са най-често разтворени глини.

Какво е необходимо? Чаша с мътна вода, диалуминиев трисулфат, бистра варна вода (натриева основа), епруветки.

Какво да направим?

Към замърсена и мътна вода прибавям диалуминиев трисулфат. Прибавям и бистра варна вода или разреждана натриева основа.

Какво се наблюдава? Наблюдава се образуването на бяла утайка от алуминиев трихидроксид. Водата се избистря.

Какво се случва? Примесите, които причиняват помътняването на водата, полепват по хидроксида. И когато тази утайка натече, пада на дъното, а водата над нея е абсолютно бистра (Malcheva & Nikiforov, 1984).

Защо да рециклираме?

Алуминият се получава от червеникава руда, наречена „боксит“. За целта често се изсичат гори, а хората и животните – изселвани от родните си места. Обработката на рудата и получаването на чистия метал е свързано с големи разходи на вода и на енергия, особено последният процес на електролиза, при който се получава алуминият. Така се изразходват много, за да получим накрая заветното си кенче, което да изхвърлим след 20 минути. Затова рециклирането на алуминия има смисъл. Също така е един от най-лесните материали за рециклиране.

Рециклирането спестява енергия – много енергия. В сравнение с други материали с големи обемни потоци, продукцията на алуминий е с една от най-големите енергийни разлики между първично (186MJ/kg) и вторично (10 – 20 MJ/kg) производство. Вредните емисии при вторичното производство също са едва 5% от тези в първичното производство на алуминиеви продукти. Значителното спестяване на енергия и средства при вторичното производство, както и екологичните ползи карат много производители да го предпочитат.

Алуминият през 21-ви век

Този метал стана един от най-популярните материали сред строители, архитекти и дизайнери. Небостъргачите са без съмнение визитната картичка на алуминия в съвременната архитектура. Стъклените паке-ти по фасадите им се поддържат от леки и здрави алуминиеви рамки. Техните стъклени стени от пода до тавана или полупрозрачните стъкла също представляват комбинация от рамки със стъкло и алуминий. Днес, с нарастващия акцент върху „зелените сгради“, алуминият е все по-известен като един от най-енергийно ефективните и устойчиви строителни материали. С изключителната си трайност той може да се използва при всякакви климатични условия.

Алуминият и неговите съединения се изследват от учените в търсене на нови полета за приложение в съвременни технологии за получаване на нови материали или получаване на горива и енергия. Прозрачен материал, основан на алуминий и алуминиев оксид, известен с различни търговски имена, е част от научнофантастичната филмова индустрия. „Прозрачен алуминий“ е споменат във фантастичния сериал Star Trek от осемдесетте години на миналия век. Близо тридесет години след този епизод от сериала прозрачният материал вече е факт. Той позволява да

се произвеждат например прозрачни плоскости за аквариуми с дебелина само 1 инч (2,5 cm), вместо традиционните 6 инча (15 cm). За съжаление, производството на този материал има много висока цена и не намира широко приложение, освен в космическата и военната индустрия.

Алуминиева индустрия

В края на 19. век било установено, че алуминият представлява много рентабилен природен ресурс. Неговият добив и използване в производството започнали да се развиват и така се създал процъфтяващ бизнес. Алуминиевата индустрия се развива в продължение на няколко десетилетия. Историята на „глиненото сребро“ приключва и алуминият се превръща в нов индустриален метал, който има полезни и уникални свойства. Алуминият е лек, пластичен и устойчив на корозия метал, идеален за производство на самолети, автомобили и други високотехнологични продукти.

Най-голямата революция е използването на алуминия в авиацията, откъдето идва и името „крилат метал“. Самият метал и неговите сплави и до днес са изключително популярен материал за производството на търговски самолети благодарение на неговата висока якост и сравнително ниска плътност. Днес в самолетостроенето се използва предимно високоякоостната сплав 7075, която освен алуминий съдържа мед, магнезий и цинк.

Алуминият намира приложение и в масовото производство на домакински съдове, които бързо и почти напълно заместват медни и чугунени съдове. Алуминиевите тигани и тенджери са леки, с добра топлопроводност и не ръждясват.

Днес алуминиевата индустрия се развива с бързи темпове и завладява все повече производства. Зад блестящата външност се крие един напълно нов технологичен свят. Тъй като е три пъти по лек от медта, алуминият я измества отчасти в производството на електрически проводници. Това се дължи главно на обстоятелството, че при сечение, което осигурява еднаква електропроводност, теглото на алуминиевите проводници е двойно по малко, отколкото на медните. Също така цената на алуминия е по-ниска от тази на медта.

БЕЛЕЖКИ / NOTES

1. Трета награда в категория „Презентация“, възрастова група 8. – 10. клас

ЛИТЕРАТУРА

- Върбанова, Н., Михова, Л., Ушагелов, И., Дянкова, Н., Стаменов, Н., Шопова, М. & Николова, М. (2020). *Химия и опазване на околната среда за 11. клас – профилирана подготовка. Модул 1: Теоретични основи на химията*. Педагог 6.
- Коларов, Н. (1975). *Неорганична химия*. Техника.
- Лазаров, Д., Малчева, З., Петров, Г. & Павлова, М. (1987). *Четива, любопитни факти и задачи по химия: Част 2. Книга за самостоятелна работа на учениците от IX – X клас*. Народна просвета.
- Малчева, З. & Никифоров, В. (1984). *Методика и техника на химичния експеримент за 9. – 10. клас*. Народна просвета.
- Павлова, М., Кирова, М., Бояджиева, Е., Върбанова, Н., Иванова, В. & Кръстев, А. (2024). *Химия и опазване на околната среда за 8. клас*. Педагог 6.

REFERENCES

- Kolarov, N. (1975). *Inorganic Chemistry*. Tehnika. [In Bulgarian]
- Lazarov, D., Malcheva, Z., Petrov, G. & Pavlova, M. (1987). *Readings, Interesting Facts and Problems in Chemistry: Part 2*. Narodna prosveta. [In Bulgarian]
- Malcheva, Z. & Nikiforov, V. (1984). *Methodology and Technique of the Chemical Experiment for 9th – 10th Grade*. Narodna prosveta. [In Bulgarian]
- Pavlova, M., Kirova, M., Boyadzhieva, E., Varbanova, N., Ivanova, V. & Krastev, A. (2024). *Chemistry and Environmental Protection for 8th Grade*. Pedagog 6. [In Bulgarian]
- Varbanova, N., Mihova, L., Ushagelov, I., Dyankova, N., Stamenov, N., Shopova, M. & Nikolova, M. (2020). *Chemistry and Environmental Protection for 11th Grade. Module 1: Theoretical Foundations of Chemistry*. Pedagog 6. [In Bulgarian]

ALUMINUM: “WINGS OF HUMANITY – FAVORITE 13”

Abstract. In the year that marks the 200th anniversary of the discovery of aluminum, my project has conducted research that reveals what makes aluminum so special. From one to seven, I reveal that element No. 13 – the “winged”, “airy” one – has a long history, has incredible physical properties and interesting chemical properties. It is the only material that can be recycled an indefinite number of times without breaking down and still has the same qualities as the first time it was created, and is environmentally friendly. No. 13 possesses qualities that were once fiction, but are now reality. The aluminum industry is in full swing, but should we be afraid of aluminum?

Keywords: discovery; physical and chemical properties; recycling; environment; industry; health

✉ **Rostislav Marinov Stoykov, 8th grade**

Vocational Secondary School of Hospitality and Tourism
“Acad. Nedelcho Nedelchev”

Sliven, Bulgaria

✉ **Supervisor: Pepa Zhecheva Georgieva**

Teacher

Vocational Secondary School of Hospitality and Tourism
“Acad. Nedelcho Nedelchev”

Sliven, Bulgaria

E-mail: je4eva65@abv.bg