

Научное издание

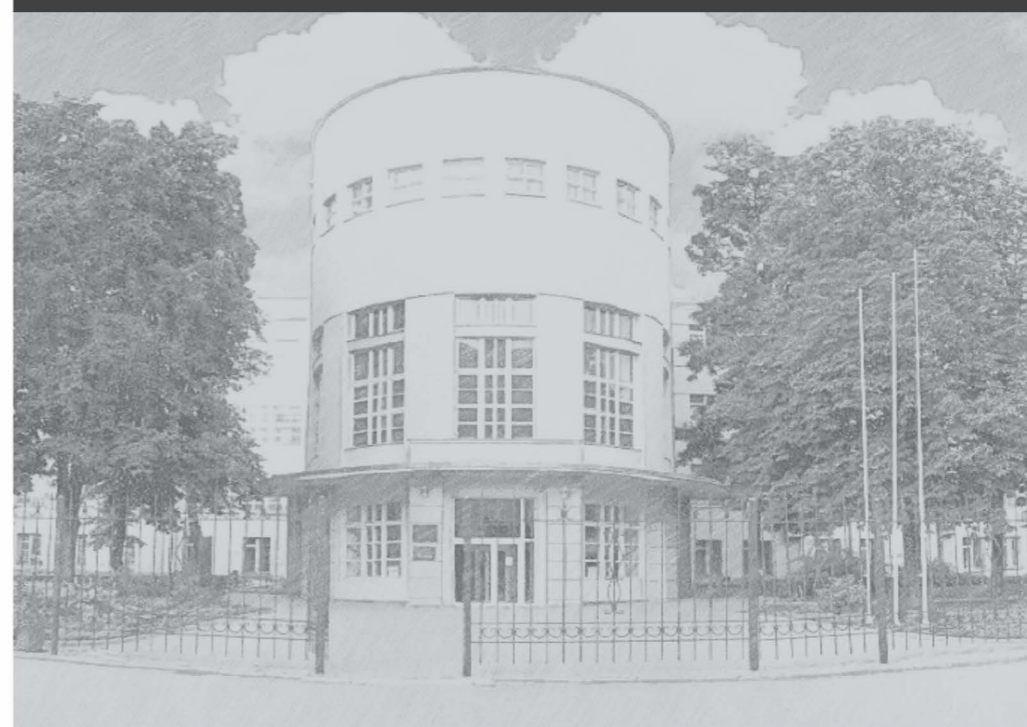
ВЕСТНИК

Луганского национального университета
имени Тараса Шевченко

Серия 3

Технические науки
Физико-математические науки

№1(11)
2018



**КНИТА**

Издатель ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет
имени Тараса Шевченко»
«Книга»
ул. Оборонная, 2, г. Луганск, 91011, т/ф (0642)58-03-20

№1(11) • 2018 ВЕСТНИК ЛУГАНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ТАРАСА ШЕВЧЕНКО



Министерство образования и науки
Луганской Народной Республики
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Луганской Народной Республики
«Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко»

ВЕСТНИК



Луганского
национального
университета
имени Тараса Шевченко

Серия 3

Технические науки
Физико-математические науки

№ 1(11) • 2018

Сборник научных трудов



Луганск
2018

УДК [62+51+53](062/552)+08:378.4(477.61)ЛНУ
ББК 95.43(4Укр-4Луг)+3я5+22.1я5+22.3я5
В 38

Учредитель и издатель
ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ имени Тараса Шевченко»

Основан в 2015 г.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ 000089 от 13 февраля 2017 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

Трегубенко Е.Н. – доктор педагогических наук, профессор

Заместитель главного редактора

Сорокина Г.А. – доктор педагогических наук, профессор

Выпускающий редактор

Вострякова Н.В. – заведующий редакционно-издательским отделом

Редактор серии

Своеволина Г.В. – кандидат технических наук, доцент

Состав редакционной коллегии серии:

Антипова Л.В. – доктор технических наук, профессор

Байгалиев Б.Е. – доктор технических наук, профессор

Бобырь М.В. – доктор технических наук, профессор

Бондаренко А.М. – доктор технических наук, профессор

Витренко В.А. – доктор технических наук, профессор

Гудько Ю.И. – доктор технических наук, профессор

Дейнека И.Г. – доктор технических наук, профессор

Дымарский Я.М. – доктор физико-математических наук, профессор

Заплетников И.Н. – доктор технических наук, профессор

Зубков В.Е. – доктор технических наук, профессор

Орешкин М.В. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Соколов С.А. – доктор технических наук, доцент

Турбин А.Ф. – доктор физико-математических наук, профессор

В38 Вестник Луганского национального университета имени Тараса Шевченко : сб. науч. тр. / гл. ред. Е.Н. Трегубенко; вып. ред. Н.В. Вострякова; ред. сер. Г.В. Своеволина. – Луганск : Книта, 2018. – № 1(11): Серия 3, Техн. науки. Физ.-мат. науки. – 108 с.

Настоящий сборник содержит оригинальные материалы ученых различных отраслей наук и групп специальностей, а также результаты исследований научных учреждений и учебных заведений, обладающие научной новизной, представляющие собой результаты проводимых или завершенных изучений теоретического или научно-практического характера.

В сборник включены материалы Международной научно-практической конференции «Наука, образование и производство: перспективы интеграции и инновационного развития» (29–30 ноября 2017 г., г. Луганск).

Адресуется ученым-исследователям, докторантам, аспирантам, соискателям, педагогическим работникам, студентам и всем, интересующимся проблемами технических и физико-математических наук.

Издание включено в РИНЦ.

Печатается по решению Ученого совета Луганского национального университета имени Тараса Шевченко (протокол № 9 от 30 марта 2018 г.)

УДК [62+51+53](062/552)+08:378.4(477.61)ЛНУ
ББК 95.43(4Укр-4Луг)+3я5+22.1я5+22.3я5

© Коллектив авторов, 2018
© ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ имени Тараса Шевченко», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Бакаева Н.В., Калайдо А.В.** Прогнозирование уровней радона в помещениях нижнего этажа зданий5
- Дейнека И.Г.** Современная практика интеграции производства, образования и науки11
- Зубова Л.Г., Верех-Белюсова Е.И., Гузенко А.Л.** Использование способа биохимического выщелачивания для получения алюминия из отвальной породы угольных шахт Луганщины15
- Шаповалов В.Д.** Моделирование автоматизированного компьютерно-интегрированного технологического процесса обработки кожи20
- Щербинина И.А., Домниченко Р.Г.** Генезис и трансформация свойств товаров26

Технология изготовления продовольственной продукции

- Авершина А.С., Украинцева Ю.С., Павленко А.Т.** Оптимизация жирнокислотного состава напитка кисломолочного для детского питания «биолакт»31
- Болдырева М.С.** Тенденции развития продуктов здорового питания37
- Киреева Е.И., Титова Е.А.** Подбор и модернизация оборудования для производства хлебобулочных изделий из цельного зерна пшеницы42
- Попова Я.А., Квасников А.А.** Перспективы использования специализированных продуктов из мяса кроликов для питания спортсменов при скоростно силовых нагрузках47
- Своеволина Г.В.** Оценка конкурентоспособности усовершенствованной технологии заварных пряников с начинкой и без начинки53

Машины и аппараты промышленных производств

- Бухтияров И.Ю., Сухаревский А.А.** Анализ затрат мощности на привод вентиляторов охлаждающих устройств тепловозов при различных способах регулирования59
- Гулевский В.А., Карпов В.В., Баранова М.А., Корнеева А.Н.** Условия осуществления механической очистки поверхностей щеточными элементами криволинейной формы64
- Жданова М.Н., Петреченко В.В.** Формирование защитного цинкового покрытия на деталях автомобилей из углеродистых сталей70

Изюмский А.В., Волошин П.А. Перспективы применения турбокомпрессоров на автомобильных двигателях	75
Изюмский В.А., Вагин В.П. Совершенствование тормозной системы автомобилей	80

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Киричевский Р.В., Темникова С.В. Анализ работы конического эластомерного виброизолятора при контактном взаимодействии	85
Скринникова А.В. Реакции во фрактальных моделях неупорядоченных систем	93

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	98
----------------------------------	-----------

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ	101
-------------------------------------	------------

Зубова Лилия Григорьевна,
д-р тех. наук, профессор
кафедры гидрометеорологии
ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный
университет имени В. Даля»
zubov-home@mail.ru

Верех-Белоусова Екатерина Иосифовна,
канд. тех. наук, доцент кафедры безопасности
жизнедеятельности, охраны труда и гражданской защиты
ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный
университет имени Тараса Шевченко»
kate3152@yandex.ru

Гузенко Андрей Леонидович,
ассистент кафедры безопасности
жизнедеятельности, охраны труда и гражданской защиты
ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный
университет имени Тараса Шевченко»

Использование способа биохимического выщелачивания для получения алюминия из отвальной породы угольных шахт Луганщины

Обоснован процесс переработки породных отвалов угледобычи с целью использования их в качестве сырья для металлургии. Доказана возможность получения алюминия методом биохимического выщелачивания, используя естественно образованную бактериями сульфатную кислоту.

Ключевые слова: *породные отвалы, бактерии *Th. ferrooxidans*, алюминий, биохимическое выщелачивание.*

Общеизвестно, что алюминий занимает 3 место после кислорода и кремния по массе среди элементов и первое место среди металлов, содержащихся в земной коре. Однако получить этот металл весьма трудно. Объясняется это химической связью алюминия с кремнием, крепко соединенных кристаллической решеткой в алюмосиликатах [1]. Разрушить связь алюминия и кремния способна кислота. Еще с 19-го века известен промышленный кислотный способ получения алюминия. Но в настоящее время из-за дороговизны серной кислоты этот способ не используется.

Промышленная кислота при использовании кислотного способа требуется в большом количестве, так как в своих растворимых солях алюминий, как трехвалентный металл, связывает три одноосновных кислотных радикала. То есть для удержания 1 кг Al_2O_3 в растворе требуется 2,9 кг вспомогательного реагента (H_2SO_4). Именно поэтому в настоящее время используется такое алюминиевое сырье, в котором алюминий находится в виде гидроксидов (бокситы), то есть уже отделен от кремния самой природой. Алюминий из бокситов получают щелочным способом Байера путем электролиза глинозема Al_2O_3 в расплаве криолита Na_3AlF_6 при $950^\circ C$ [2]. И этот способ очень неэкологичен.

Поэтому в настоящее время многие страны опять устремляют свой взор на алюмосиликаты, например, на каолинит. Успешные испытания этого сырья проведены в СНГ, США, Польше. Однако стоимость получаемого из него алюминия пока значительно выше, чем при производстве его из бокситов. Нами предлагается способ удешевления производства алюминия из алюмосиликатов (Патенты Украины №34830А, №45988, №52904А, №52907). Мы предлагаем использовать каолиниты промышленных отходов – отвальных пород угольных шахт и получать алюминий способом биохимического выщелачивания.

Обзор литературы позволил нам сделать вывод о том, что никто и никогда не использовал для получения алюминия бактерии. Получение металлов из рудного сырья с помощью тионовых бактерий было предложено американцами в 1958 году. Однако это касалось меди и других химических элементов, которые способны мигрировать в воде в виде свободных ионов с потенциалом Картледжа меньше 3. Ионный потенциал Картледжа алюминия больше 3. Чтобы его из алюмосиликатов перевести в свободную ионную форму, мы предлагаем использовать первоначальный обжиг части сырья с последующим (с помощью тионовых бактерий *Th. Ferrooxidans*) биохимическим выщелачиванием алюминия.

Целью наших исследований выступило биохимическое извлечение алюминия из отвальной породы угольных шахт Луганщины. Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

1. Получена постоянная чистая культура бактерий *Th. Ferrooxidans*.
2. С помощью бактерий *Th. Ferrooxidans* проведено биохимическое выщелачивание алюминия из отвальной породы угольных шахт Луганщины.

Использование отвальной породы угольных шахт в качестве алюминиевого сырья является оправданным, так как в ней имеются все необходимые для биохимического выщелачивания компоненты: каолиниты, сульфиды, тионовые бактерии *Th. Ferrooxidans*; а вследствие горения терриконов (или искусственного обжига породы) алюминий легче переходит в свободную ионную форму.

Как известно [3;4], основная среда развития *Th. Ferrooxidans* – кислые воды угольных месторождений и сульфидных руд. Пробы воды отбирались нами на месте выработки угольного пласта I1 на глубине 640 м и на водоотстойниках перед выкачиванием шахтной воды на поверхность. Образцы отвальной породы шахты «Луганская» отбирались непосредственно на месте добычи угля (угольный пласт I1) на глубине 640 м.

Для выделения микроорганизмов *Th. Ferrooxidans* из проб шахтных вод и шахтной отвальной породы была использована жидкая среда 9К Сильвермана и Ландгрена [3].

При выделении культуры использовались общепринятые методики получения временной культуры и обогащенных культур [5]. В результате культивирования получена временная культура *Th. Ferrooxidans*.

Культивировали микроорганизмы временной культуры в термостате при температуре 350°C. Рост микроорганизмов проявлялся уже на 2–3 сутки появлением пленки на поверхности пробирки и осадка гидроксида железа (III) на дне, в изменении цвета раствора с зелено-голубого до желтого или бурого, в уменьшении pH. Путем нескольких последовательных пересевов 1 мл опытной жидкости на новую среду получали обогащенную культуру бактерий *Th. Ferrooxidans*. На рис.1 представлены фото развитых временных культур *Th. Ferrooxidans* и обогащенной культуры в жидкой питательной среде.

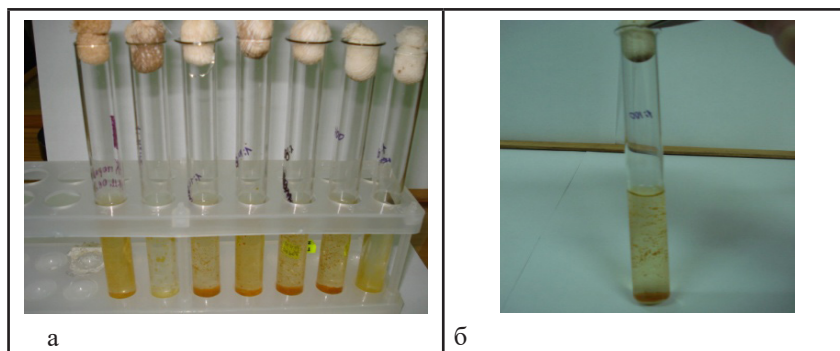


Рис. 1. Культуры *Th. Ferrooxidans*:
а – временные; б – обогащенная культура

Опыт культивирования бактерий *Th. Ferrooxidans* из проб отвальной породы проводился аналогично. Для этого в качестве опытного материала использовали водную вытяжку из породы.

Следующим этапом работы было проведение биохимического выщелачивания алюминия из опытных образцов отвальной породы с использованием полученной культуры тионовых бактерий *Th. Ferrooxidans*.

Орошение бактериальными растворами образцов породы было проведено в начале эксперимента однократно. Отвальная порода для проведения эксперимента была измельчена до фракции 1 мм для улучшения адсорбции бактерий на микропорах и микротрещинах и, тем самым, более быстрого перехода бактерий к фазе активной жизнедеятельности.

В начале проведения эксперимента была определена кислотность (рН) образцов опытной отвальной породы. Из научной литературы известно, что окисное железо – один из источников получения энергии бактериями *Th. Ferrooxidans* – поддерживается в растворе при рН = 3 и меньше, а при рН = 4 и выше продукты окисления препятствуют последующему контакту клетки со средой, потому скорость окисления может замедляться. По окончании эксперимента, на восьмые сутки, было определено изменение показателя рН. Результаты приведены на рис.2.

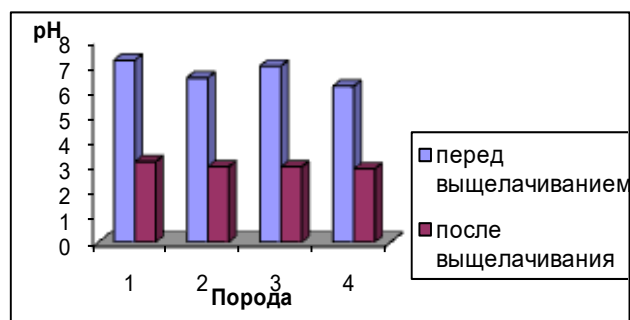


Рис. 2. Результаты изменения рН после бактериального выщелачивания:
 1 – сильнометаморфизованная порода (г. Свердловск);
 2 – сильнометаморфизованная порода (г. Антрацит);
 3 – среднеметаморфизованная порода (г. Луганск);
 4 – слабометаморфизованная порода (г. Лисичанск).

На восьмые сутки выщелачивания было проведено определение количества подвижного алюминия. Результаты биохимического выщелачивания и степень извлечения алюминия приведены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание подвижного алюминия после бактериального выщелачивания

Отвальная порода	Необожженная порода		Обожженная порода	
	содержание Al^{3+} , г/100 г породы	степень извлечения, %	содержание Al^{3+} , г/100 г породы	степень извлечения, %
Сильнометаморфизованная (г. Свердловск)	2,15	10,3	5,86	30
Сильнометаморфизованная (г. Антрацит)	1,10	7,9	3,0	15,7
Среднеметаморфизованная (г. Луганск)	2,18	15	8,91	63,8
Слабометаморфизованная (г. Лисичанск)	1,58	8,6	5,0	27,7

Из приведенных экспериментальных данных можно сделать вывод, что на восьмые сутки биохимического выщелачивания активно протекает окисление алюмосиликатов и выделение алюминия. Полученные данные содержания подвижного алюминия в эксперименте показывают, что максимальная степень извлечения алюминия из отвальной породы составляет 63,8%.

Предложенный нами кислотный способ является новым биохимическим методом получения алюминия (методом технической микробиологии). Результаты биохимического окисления отвальной породы показали довольно высокую степень извлечения алюминия из отвальной породы (64%). Показано, что биохимическим способом можно перерабатывать любые алюмосиликаты и бедное алюминиевое сырье, содержащее от 8 до 20% алюминия.

Список литературы

1. **Зонн С.В.** Алюминий. Роль в почвообразовании и влияние на растения / С.В. Зонн, А.П. Травлев. – Днепропетровск : Изд-во ДГУ, 1992. – 224 с.
2. **Гудима Н.В.** Краткий справочник по металлургии цветных металлов / Н.В. Гудима, Я.П. Шейн. – М. : Металлургия, 1975. – 540 с.
3. **Зборщик М.П.** Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений / М.П.Зборщик, В.В.Осокин – Донецк : ДонГТУ, 1996. – 178 с.
4. **Татаринов А.В.** Роль микроорганизмов в гипергенном преобразовании полиметаллических руд и формировании биогеохимических аномалий благородных металлов на месторождениях Забайкалья / А.В. Татаринов, Л.И. Ялович, Э.В. Данилова // Доклады АН РФ, т. 414. – 2007. – №5. – С. 651 – 655.
5. **Мейнелл Дж.** Экспериментальная микробиология: Теория и практика / Дж. Мейнелл, Э. Мейнелл. – М. : Мир, 1967. – 347 с.

Зубова Л.Г.,
Верех-Білоусова К.Й.,
Гузенко А.Л.

**Використання способу біохімічного вилуговування для отримання алюмінію з
породних відвалів вугільних шахт Луганщини**

Обґрунтовано процес переробки породних відвалів вуглевидобування з метою використання їх як сировини для металургії. Доведена можливість отримання алюмінію методом біохімічного вилуговування, використовуючи природно утворену бактеріями сульфатну кислоту.

Ключові слова: породні відвали, бактерії *Th.Feerooxidans*, алюміній, біохімічне вилуговування.

Zubova L.,
Verekh-Belousova E.,
Ghuzenko A.

**Use of method of the biochemical for obtaining of aluminium from waste dumps of
Luhansk region coal mines**

The process of processing of rock dumps of the coal mining is reasonable with the purpose of using of them as raw material for metallurgy. Possibility of receipt of aluminium the method of the biochemical lixiviating is well-proven, using a naturally form bacteria sulfate acid.

Key words: rock dumps, bacterium *Th.Feerooxidans*, aluminium, biochemical lixiviating.

Научное издание

Коллектив авторов

ВЕСТНИК

ЛУГАНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ТАРАСА ШЕВЧЕНКО

Сборник научных трудов

Серия 3

Технические науки

Физико-математические науки

Главный редактор – *Е.Н. Трегубенко*

Выпускающий редактор – *Н.В. Вострякова*

Редактор серии – *Г.В. Своеволина*

Корректор – *О.И. Письменская*

Дизайн обложки – *Р.В. Дьяченко*

Компьютерная верстка – *Р.В. Жила*

Подписано в печать 10.04.2018. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.

Печать ризографическая. Формат 70×100 1/16. Усл. печ. л. 10,24.

Тираж 400 экз. Заказ № 41

Издатель

ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет
имени Тараса Шевченко»

«Книга»

ул. Оборонная, 2, г. Луганск, 91011. Т/ф: (0642)58-03-20

e-mail: knitaizd@mail.ru

*Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ 000089 от 13 февраля 2017 г.*