

EDN: NLXGTV

УДК 631.895

**О. С. ШУМАКОВА, Н. С. ПОДГОРОДЕЦКИЙ**ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,  
Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, г. о. Макеевка, г. Макеевка

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ КАМЕННОГО УГЛЯ ДОНБАССА В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ**

**Аннотация.** В статье представлены результаты научного исследования по использованию углесодержащих отходов добычи и переработки каменного угля Донбасса в качестве сырья для производства органо-минерального удобрения. В Донбассе источником минеральных удобрений и важным резервом улучшения плодородия земли могут быть отходы угольной промышленности. Углесодержащие отходы каменно-угольных залежей в Донбассе являются ископаемыми почвами каменноугольного периода и обладают достаточно высоким химическим плодородием. Углесодержащие отходы содержат большой комплекс микроэлементов со значительным содержанием калия и фосфора. В статье исследовано происхождение, структура и химический состав породных отвалов. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны использования углесодержащих отходов в качестве удобрений. Дальнейшему исследованию подлежит изучение механизмов блокирования доступности тяжелых металлов в процессе минерального питания растений.

**Ключевые слова:** отвал горных пород, углесодержащие отходы, органо-минеральные удобрения.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Производство минеральных удобрений – ключевая подотрасль химической промышленности, занимающая одно из лидирующих мест в российском неуглеводородном несырьевом экспорте. Рынок минеральных удобрений включает в себя четыре основных сегмента: азотные, фосфорные, калийные и сложные минеральные удобрения. Объем выпуска минеральных удобрений ежегодно растет и для дальнейшего роста объема выпуска минеральных удобрений требуется ввод новых мощностей. Компаниями – производителями минеральных удобрений заявлено более 30 инвестиционных проектов по созданию новых и расширению существующих производств до 2030 года (общий объем – до 27 млн тонн) [1].

В Донбассе источником минеральных удобрений и важным резервом улучшения плодородия земли могут быть отходы угольной промышленности. Вмещающие породы извлекаются на поверхность вместе с углем, накапливаются на породных отвалах, окисляются и сгорают, оказывая негативное воздействие на окружающую среду. В извлекаемой породе, в комплексе, содержатся такие микроэлементы, как: фосфор, калий, бор, марганец, медь, цинк, молибден, кобальт [2]. Все эти элементы имеют огромное значение в жизни сельскохозяйственных культур, в повышении их урожайности, в восстановлении кислых почв и почв, подверженных эрозии.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

В результате исследований [3] установлено, что содержащийся в породных отвалах уголь сорбирует на своей поверхности минеральные соли, значительно уменьшает концентрацию почвенного раствора, понижает его кислотность. Угледобриения не оказывают негативного влияния на агрохимическое состояние почв и водные ресурсы, значительно повышают биологическую активность почв, способствуя увеличению содержания фракции гуминовых кислот в общем балансе гумуса за счет превращения органического



вещества породных отвалов под влиянием процессов выветривания [3]. Под влиянием различных доз углеудобрений увеличивается удельная поверхность почвы и содержание гумуса. В ходе испытаний установлено [4], что наиболее реагирует на внесение углеотходов в почву пшеница, озимая рожь, овес, гречиха, картофель, свекла, томаты, ячмень и лук, а также все крестоцветные, что положительно сказывается на урожайности.

## ЦЕЛЬ

Оценка возможности использования углесодержащих отходов добычи и переработки каменного угля Донбасса в качестве сырья для производства органо-минерального удобрения.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Углесодержащие отходы каменно-угольных залежей в Донбассе являются ископаемыми почвами каменноугольного периода и обладают достаточно высоким химическим плодородием. Они содержат большой комплекс микроэлементов со значительным содержанием калия и фосфора. Изучение влияния углесодержащих отходов на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур показывают, что при определенных биологических условиях элементы минерального питания породы становятся доступными для растений [5].

Горные породы, вынесенные на поверхность земли при добыче каменного угля представляют собой в большинстве глинистые и песчано-глинистые сланцы, богатые органическим веществом. По своему происхождению сланцевые породы подразделяются на две разновидности: порода кровли и подстилающая порода. Порода кровли представляет собой осадочные породы водного происхождения, а подстилающая порода – преимущественно почву торфяной растительности [6].

Изучение химического состава породных отвалов показывает, что по валовому содержанию органических веществ и элементов питания растений, породы терриконов Донбасса очень разнообразны. Отдельные породы имеют в своем составе сравнительно немалое количество органического вещества (9,8 %), что значительно больше, чем в гумусе черноземов. Валовое содержание азота достигает 0,07...0,15 %. Если пересчитать запасы азота в сланцевых породах на вес, то это будет равняться в среднем 0,5...0,6 т. В черноземных почвах при содержании гумуса 4...5 % в пахотном слое, количество азота достигает 0,60...0,75 т/га. Однако если учесть, что в почвах с увеличением глубины количество гумуса, а соответственно и количество азота резко падает, то преимущество сланцевых пород терриконов по содержанию азота станет бесспорным [5].

Валовое содержание фосфора в сланцевых породах равняется 0,11...0,39 % [5].

Особенно важным является валовое содержание калия. Если в природных сильвинитах содержится  $K_2O$  14...15 %, а в каинитах 8...10 % их транспортировка на далекие расстояния себя не оправдывает, то сланцевые породы, в которых содержание калия доходит до 12,8 % и имеется значительное количество фосфора и азота, в местах их расположения могут себя вполне оправдать как калийное и даже фосфорное удобрение [5].

В то же время использование породы угольных шахт в качестве удобрений на сельскохозяйственных полях порождает накопление в почве тяжелых металлов, которые относятся к I, II, III классам опасности и содержатся в исходных и перегоревших породах. Превышение предельно-допустимых концентраций по содержанию меди, цинка, свинца в аргиллитах составляет в среднем 1,14–5,1 раза; хрома, цинка, мышьяка, свинца, никеля в алевролитах – 1,3–9,4 раза; цинка, свинца, хрома в песчаниках – 2–9,6 раза [7]. Тяжелые металлы, имея высокую физиологическую активность и узкий диапазон концентраций перехода от положительного к отрицательному действию на живые организмы, подавляют их биогенную активность и вызывают изменения в каталитической активности ферментов, нарушая синтез жизненно важных веществ и ухудшая качество растительной продукции [8]. Так, при увеличении валового содержания свинца (Pb) в почвах в пределах 21...411 мг/кг, цинка (Zn) – 47...707 мг/кг, кадмия (Cd) – 0,97...6,97 мг/кг возрастают их концентрации в зерне пшеницы соответственно 0,45...0,99 мг/кг, 24,7...96,9 мг/кг, 0,076...0,364 мг/кг; размеры накопления свинца, кадмия в соломе были значительно выше, чем в зерне, а цинка наоборот, меньше. Накапливаясь в значительных количествах в почве и растениях, они могут оказывать токсическое действие на животных и человека [9]. Вопрос снижения негативного воздействия тяжелых металлов на сельскохозяйственные культуры остается неизученным.

## ВЫВОДЫ

Результаты исследования показали, что в углесодержащих отходах добычи и переработки каменного угля Донбасса содержатся наиболее необходимые для питания растений вещества – азот, фосфор и калий, что позволяет ставить вопрос об использовании этих отходов как фосфорно-калийных удобрений, так и удобрений для нейтрализации кислых почв. Наряду с этим настораживает наличие в отвальной породе тяжелых металлов, которые имеют свойство накапливаться в растениях. Поэтому возникает необходимость изучения механизмов блокирования доступности тяжелых металлов в процессе минерального питания растений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении «дорожной карты» по развитию производства минеральных удобрений. – Текст : электронный // Правительство Российской Федерации : [сайт]. – 2018. – 2 апреля. – Москва. – URL: <http://government.ru/docs/31896/> (дата обращения: 12.04.2024).
2. Виноградов, А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А. П. Виноградов ; Академия наук СССР, Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского. – 2-е изд., доп. – Москва : Издательство Академии наук СССР, 1957. – 238 с. – Текст : непосредственный.
3. Колосова, М. М. Органоминеральные удобрения на основе бурого угля / М. М. Колосова, Г. Г. Котова, В. И. Просянников. – Текст : непосредственный // Агрохимический вестник. – 1999. – № 4. – С. 13–14.
4. Красавин, А. П. Защита окружающей среды в угольной промышленности почвах / А. П. Красавин. – Москва : Недра, 1991. – 219 с. – Текст : непосредственный.
5. Галушка, И. Ф. Терриконы дешевых удобрений / И. Ф. Галушка. – Донецк : Донбасс, 1965. – 38 с. – Текст : непосредственный.
6. Жемчужников, Ю. А. Общая геология каустобиолитов : утверждено ГУУЗом ГКТП СССР в качестве учебного пособия для геолого-разведывательных вузов / Ю. А. Жемчужников. – Ленинград ; Москва : Онти. Главной редакции геолого-разведочной и геодезической литературы, 1935. – 547 с. – Текст : непосредственный.
7. Проскурня, Ю. А. Минералогия отвалов угольных шахт Донбасса (на примере Донецко-Макеевского промышленного района) : специальность 04.00.20 «Минералогия, кристаллография» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геологических наук / Проскурня Юлия Анатольевна ; Криворожский технический университет. – Кривой Рог, 2000. – 19 с. – Текст : непосредственный.
8. Косачева, Е. Н. Механизм воздействия тяжелых металлов на растительность / Е. Н. Косачева. – Текст : непосредственный // Экология : сборник научных трудов. – 2005. – № 3. – С. 134–136.
9. Витищенко, И. Ю. Проблемы загрязнения сельскохозяйственных угодий тяжелыми металлами / И. Ю. Витищенко, М. М. Тимофеев, В. А. Черепанов. – Текст : непосредственный // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона : сборник научных трудов ; главный редактор С. П. Швиндлерман. – 1999. – Донецк : Юго-Восток. – С. 31–36.

Получена 17.04.2024

Принята 24.05.2024

OLGA SHUMAKOVA, NIKOLAY PODGORODETSKY  
ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF USING COAL-CONTAINING WASTE FROM  
THE MINING AND PROCESSING OF DONBASS COAL AS A RAW MATERIAL FOR  
THE PRODUCTION OF ORGANO-MINERAL FERTILIZER  
FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Russian Federation,  
Donetsk People's Republic, Makeevka

**Abstract.** The article presents the results of a scientific study on the use of carbonaceous waste from mining and processing of Donbass coal as a raw material for the production of organic and mineral fertilizers. In Donbass, waste from the coal industry can be a source of mineral fertilizers and an important reserve for improving land fertility. Carbonaceous waste from coal deposits in Donbass are fossil soils of the Carboniferous period and have a sufficiently high chemical fertility. Carbonaceous waste contains a large complex of trace elements with a significant content of potassium and phosphorus. The article examines the origin, structure and chemical composition of rock dumps. The positive and negative sides of the use of carbonaceous waste as fertilizers are considered. Further research is required to study the mechanisms of blocking the availability of heavy metals in the process of mineral nutrition of plants.

**Keywords:** rock dump, carbonaceous waste, organo-mineral fertilizers.

**Шумакова Ольга Сергеевна** – бакалавр кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: переработка и утилизация бытовых, промышленных и сельскохозяйственных отходов.

**Подгородецкий Николай Сергеевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: переработка и утилизация бытовых, промышленных и сельскохозяйственных отходов; повышение энергоэффективности управления измельчительным переделом промышленного сырья в строительстве; повышение эффективности ультразвуковых методов контроля и диагностики для обеспечения безопасной эксплуатации строительных объектов.

**Shumakova Olga** – Bachelor of Technosphere Safety Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: recycling and utilization of household, industrial and agricultural waste.

**Podgorodetsky Nikolay** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technosphere Safety Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: recycling and utilization of household, industrial and agricultural waste; improving energy efficiency in the management of crushing processing of industrial raw materials in construction; improving the effectiveness of ultrasonic monitoring and diagnostic methods to ensure the safe operation of construction facilities.