

УДК 502.654

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Ю. А. Мезенина¹, С. П. Настенко², А. И. Вальцева³, Н. В. Вальцев⁴

^{1,2,3,4} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

³ Alex-Liga@yandex.ru

Аннотация. В статье изложены способы и результаты лабораторных опытов первичной биологической рекультивации золоотвалов.

Ключевые слова: рекультивация, золоотвал, зола, фитоценоз

LABORATORY EXPERIENCE OF PRIMARY BIOLOGICAL REMEDIATION

Yu. A. Mezenina¹, S. P. Nastenکو², A. I. Valtseva³, N. V. Valtsev⁴

^{1,2,3,4} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

³ Alex-Liga@yandex.ru

Abstract. The article describes the methods and results of laboratory experiments on the primary biological reclamation of ash dumps.

Keywords: reclamation, ash dump, ash, phytocenosis.

В Российской Федерации золошлаковые отходы перерабатываются в очень малых объемах, обычно их добавляют в цементы и клинкер. Зола угля — это остаток негорючих веществ, образовавшихся после полного сгорания ископаемого топлива. В России сжигается более 123 млн т твердого топлива при колебании зольности углей от 18 до 45 %. Годовой выход золы и шлака от тепловых электростанций (ТЭС) в среднем составляет примерно 25 млн т, тогда как используется не более 2 млн т. Вся остальная зола отправляется на золоотвалы.

Примерно 25 % электрических станций Российской Федерации используют в качестве топлива уголь [1]. В настоящее время золошлаковые отходы ТЭС лишь на 10 % используются в различных отраслях производства, хотя потенциал их использования гораздо шире. Однако большая часть золошлаковых отходов складывается на золошлакоотвалах. Золоотвалы — это своеобразные элементы техногенного ландшафта, создаваемые путем аккумуляции золы, образующейся при сжигании твердого топлива. Отработанные золошлакоотвалы представляют собой сложные техноприродные системы, которые относятся к измененным (или сильно нарушенным) геологическим системам, а по степени хозяйственной ценности такие системы относятся к аккультурным промышленным комплексам [2].

Процесс восстановления таких объектов, как золоотвалы, обязательно должен завершаться этапом биологической рекультивации в целях регенерации биоценозов, т. е. создания в условиях отдельного экотопа нового почвогрунта с устойчивыми растительными сообществами. При этом, прежде чем проводить этап биологической рекультивации, необходимо провести технический этап, целью которого является планировка и формирование откосов, снятие и нанесение плодородного слоя почвы, устройство мелиоративных и гидротехнических сооружений, если необходимо — захоронение токсичных отходов.

Существует также несколько вариантов рекультивации: сельскохозяйственная, лесохозяйственная, рыбохозяйственная, водоохранная, рекреационная, санитарно-гигиеническая и строительная. Однако не все техногенные экотопы подлежат сельскохозяйственной рекультивации в силу их химического загрязнения, низкой плодородности. Рыбохозяйственное и водохозяйственное направления рекультивации связаны с созданием на рекультивируемых землях водоемов, что ограничивает возможности таких направлений; то же можно сказать о строительном, санитарно-гигиеническом и рекреационном направлениях. Другими словами, одним из наиболее перспективных и широко распространенных направлений рекультивации нарушенных земель является лесохозяйственное. Лесная рекультивация обеспечивает оздоровление территории даже в районах с преобладанием техногенных ландшафтов («индустриальных пустошей») и с резко осложненным рельефом. Лесные насаждения, создаваемые в процес-

се рекультивационных работ, защищают ландшафт от катастрофического развития водной и ветровой эрозии, способствуют улучшению гидрологического режима, снижают интенсивность загрязнения окружающей территории. Особо следует отметить, что лесная рекультивация менее дорогостоящая, чем сельскохозяйственная [3].

Зола ТЭС с момента поступления ее на золоотвал во влажном состоянии представляет собой субстрат, относительно пригодный для прорастания семян, формирования проростков и всходов многих видов цветочных растений [4]. Однако формирование растительного и почвенного покрова на свежих золоотвалах протекает довольно медленно, и отвалы в естественном состоянии лишены полного растительного покрова, также существует проблема уноса ветром семян с ровной поверхности золоотвала. Самозаращение золоотвала происходит медленно, в основном за счет сорных трав. Исходя из этого, рядом авторов [5] представляется экономически наиболее выгодным покрытие золоотвала 2-сантиметровым слоем почвы, что позволяет в течение 5–10 лет создать растительный покров, вполне достаточный, чтобы предотвратить пыление. Растительный слой формируется при этом из многолетних трав и растений. Развитие корневых систем растений позволяет закрепить подвижный субстрат золоотвалов, в результате чего возможно формирование плодородного субстрата. Важно отметить, что ряд ученых [6] отмечает невозможность восстановления полноценных лесных массивов по причине того, что уже через 10 лет корневые системы не могут обеспечивать необходимое деревьям питание.

В целях изучения возможности рекультивации золоотвала Рефтинской ГРЭС были взяты пробы зольного субстрата. Результаты химического анализа представлены в таблице. Макроэлементный состав золошлаков характеризуется преобладанием кремнезема, что позволяет считать их кремнистыми. Содержание кремнезема изменяется от 47 до 60,2 %. Содержание Al_2O_3 изменяется от 15,61 до 30,92 %. Содержание суммарного железа не превышает 5 %, составляет в среднем около 3,35 %. Содержание CaO и MgO не превышает 1,5 и 1,0 % соответственно, что также указывает на кислый силикатный состав золошлаков. Щелочные элементы K_2O и Na_2O в сумме не превышают 1,5 %. Также было обнаружено, что в исследуемых образцах органические вещества не содержатся.

Таблица

Среднее содержание макроэлементов
в золошлаках золоотвала № 2 Рефтинской ГРЭС

№ п/п	Наименование составляющих	Массовая доля, % (усредненное значение)
1	SiO ₂	60,200
2	Al ₂ O ₃	30,920
3	CaO	1,280
4	Fe ₂ O ₃	3,350
5	SO ₃	0,153
6	MgO	0,577
7	Na ₂ O	0,525
8	K ₂ O	0,750
9	TiO ₂	1,170
10	P ₂ O ₅	0,482
11	RuO ₂	0,219
12	Прочие примеси (BaO, SrO, F, MnO)	1,900

Естественное зарастание золоотвала отсутствует, т. к. на поверхности золоотвала была обнаружена дефляция золы, которая создает неблагоприятные условия для формирования естественных растительных сообществ. Исходя из этого, считается, что саморекультивация золоотвала невозможна.

В целях установления возможности произрастания культур-фитомелиорантов на золоотвале Рефтинской ГРЭС планируется провести лабораторные исследования для выяснения оптимального варианта засева техногенного экотопа. Для первых лабораторных экспериментов были взяты семена бобовых и злаковых культур: в три горшка были посажены семена гороха «Ранний-301» и кукурузы «Лакомка-121». Посадка семян производилась в пластмассовые горшки высотой 100 мм, из которых 75 мм был слой золы, а 25 мм — слой земли «Грунт Универсальный», семена были помещены на глубину 5 мм и обильно политы. Для ускорения прорастания семян был сделан «парник» из пищевой пленки, как показано на рис. 1.

Первые ростки появились на второй день после посадки, на седьмой день после высадки семян в смесь грунта и зольного субстрата появились ростки высотой от 3 до 200 мм при температуре воздуха в по-

мещении 23 °С, влажности 65 %; ростки показаны на рис. 2. Полив семян производился ежедневно.



Рис. 1. Мини-парник



Рис. 2. Ростки на седьмой день эксперимента:
первый слева — кукуруза, остальные — горошек

Первые данные свидетельствуют о достаточно неплохой всхожести бобовых и злаковых культур при проведении первичной биологической

рекультивации золоотвалов с нанесением слоя плодородной почвы для последующего создания разнотравно-попынно-злакового фитоценоза.

Список источников

1. Дятел Т. Россия держится за уголь. ТЭС на твердом топливе сохраняют свою нишу [Электронный ресурс] // Коммерсант. 2019. 1 февр. № 18. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3869013> (дата обращения: 27.10.2020).
2. Гурина И. В., Ширенко А. И. Особенности биологической рекультивации золоотвалов // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России: материалы междунаро-д. науч.-практ. конф., Москва, 11–14 апр. 2009 г. М. : МГУП, 2009. С. 135–139.
3. Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель [Электронный ресурс] / Т. С. Чибрик [и др.] ; науч. ред. В. Н. Большаков. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2011. 268 с. URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/28160> (дата обращения: 11.11.2020).
4. Серая Г. П., Комов С. В. К вопросу об участии цветочных растений в начальном освоении и преобразовании зольного субстрата [Электронный ресурс] // Растения и промышленная среда. Свердловск : УрГУ, 1974. С. 97–108. URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/30160> (дата обращения: 11.11.2020).
5. Хамидуллина М. В. Особенности роста и развития многолетних растений на плотных золоотвалах [Электронный ресурс] // Растения и промышленная среда : сб. науч. работ каф. ботаники Урал. гос. ун-та им. А. М. Горького. Свердловск : УрГУ, 1964. С. 134–145. URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/30171> (дата обращения: 11.11.2020).
6. Вишня Б. Л., Шульман В. Л., Орлов А. В. Методы рекультивации отработанных золоотвалов ТЭС [Электронный ресурс] // Биологическая рекультивация нарушенных земель : материалы Междунаро-д. совещ. Екатеринбург, 26–29 авг. 1996 г. Екатеринбург : УрО РАН, 1997. С. 22–31. URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1592/4/1333428_matmeet1997.pdf (дата обращения: 11.11.2020).