

Раздел третий

ОБРАЩЕНИЕ С ЗОЛОШЛАКАМИ

3.5. Направления применения золошлаков энергетических углей

3.5.4. Использование золошлаков для улучшения свойств почв

3.5.4.6. Биологическая консервация первой секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС

*И.В. Гурина, Н.А. Иванова, ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия»,
Новочеркасск, Россия*

Е.А. Лысенко, Филиал ОАО «ОГК-2» Новочеркасская ГРЭС, Новочеркасск, Россия

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты работ по биологической консервации первой секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС. На основании выполненных лабораторных исследований в вегетационных сосудах для проведения растительных мелиораций при биологической консервации первой секции золоотвала была рекомендована многолетняя четырехкомпонентная травосмесь донник + кострец безостый + черноголовник + эспарцет. Посев травосмеси на золоотвале проводился во II декаде апреля 2011 г. К середине вегетации наблюдалась хорошая задернёность поверхности первой секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС, что позволило прекратить пыление и исключить водную эрозию за счёт развивающихся и укоренившихся растений многолетней травосмеси, которые обеспечили залужение рекультивируемой территории.

ВВЕДЕНИЕ

Новочеркасская ГРЭС является базовой электростанцией в Ростовской энергосистеме. Основным сырьем для производства электроэнергии является уголь – антрацитовый штыб донецкого бассейна с месторождений Ростовской области, характеризующийся пониженной калорийностью и повышенной зольностью. За последние пять лет наблюдается постепенное увеличение объёмов образующихся при производстве электроэнергии золошлаков. Уровень их использования незначителен, поэтому основное количество размещается в золоотвале.

Территория золоотвала расположена на первой надпойменной террасе долины реки Дон. Рельеф террасы спокойный. Золоотвал является гидротехническим сооружением пойменного типа. Класс капитальности – второй. Класс опасности – второй. Территория золоотвала ограждена дамбой. Общая площадь трёхсекционного золоотвала составляет 200 га, в нём размещено 48,06 млн т золошлаков.

Третья секция золоотвала площадью понизу 24 га и поверху 17 га выработала свою ёмкость и выведена из эксплуатации. Из данной секции производится отгрузка золошлакового материала с выполнением работ по пылеподавлению.

Вторая секция площадью 101 га понизу и 76 га поверху также выработала свою ёмкость и была выведена из эксплуатации. В 2002 г. выполнен технический этап рекультивации второй секции, а в 2004 г. – биологическая рекультивация [1].

Первая секция выведена из эксплуатации 1 апреля 2009 г. Площадь секции поверху составляет 38

га, понизу – 75 га. В 2009 г. были выполнены работы технического этапа рекультивации: на поверхность секции был нанесён рекультивационный слой мощностью 15...20 см, состоящий из глиняного экрана и почвогрунта.

Цель биологического этапа рекультивации заключалась в снижении интенсивности ветровой и водной эрозии на поверхности первой секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС за счёт использования в качестве фитомелиорантов травосмеси многолетних трав при залужении золоотвала, направленного на естественное закрепление его поверхности.

АГРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Агротехническое обследование первой секции золоотвала было выполнено осенью 2009 года. Были отобраны образцы по горизонтам 0...20 и 20...40 см в 15-кратной повторности и переданы в эколого-аналитическую лабораторию ФГБНУ РосНИИПМ.

Как показали результаты химанализа, нанесенный почвогрунт имеет существенный недостаток органического вещества (гумуса), содержание которого в слое 0...20 см составило 1,47...2,72 %, в слое 20...40 см – 1,67...2,83 %. Анализ pH показал высокий уровень щёлочности. Содержание тяжёлых металлов (Zn, Pb, Cd, Ni, Cu) в исследуемых образцах является повышенным, особенно в верхнем слое почвогрунта толщиной 0...20 см.

Результаты анализов рекультивационного слоя позволили установить, что содержание нитратного азота в среднем в слое 0...40 см составляет 10,7 мг/кг. Однако, наблюдается неравномерность содержания по повторностям, что объясняется тем, что на поверхность первой секции золоотвала был нанесён неоднородный почвогрунт, в основном, с преобладанием глины, и неодинаковой толщиной наносимого слоя. Отмечены высокие содержание подвижного фосфора 17,8...59,8 мг/кг в рекультивационном слое, более высокие показатели содержания обменного калия, которые ещё более неравномерно распределены по повторностям и составляют 164...487,4 мг/кг.

Результаты агротехнического обследования также показали, что на поверхности первой секции имеются неровности и сильная уплотненность рекультивационного слоя. В связи с этим, целесообразно проведение культивации с целью планирования поверхности и разрыхления нанесённого поч-

вогрунта. Кроме того, на поверхности золоотвала были обнаружены фрагменты строительного мусора. Для качественного проведения культивации необходима очистка поверхности рекультивируемой секции золоотвала.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ

С целью принятия научно обоснованных решений по биологической консервации первой секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС были проведены лабораторные исследования в вегетационных сосудах, которые предусматривали наблюдения за ростом и развитием многолетних трав и их смесей по следующей схеме:

- Вариант 1 – эспарцет;
- Вариант 2 – черноголовник;
- Вариант 3 – кострец безостый;
- Вариант 4 – пырей ползучий;

Таблица 1. Показатели всхожести семян трав в лабораторном опыте

Повторность опыта	Всхожесть, %				
	эспарцет	черноголовник	кострец безостый	пырей ползучий	донник
I повторность	93	91	50	50	82
II повторность	87	84	64	60	85
III повторность	90	95	60	70	73
Среднее	90	90	58	60	80

Посев исследуемых культур и их смесей проводился 7 мая 2010 г. Глубина заделки семян в сосудах составляла 2-3 см. В лабораторном опыте в качестве минерального удобрения использовалась азофоска (N_{16%}; P_{16%}; K_{15%}). Расчетная доза составила N₉₀P₉₀K₆₀ кг/га д.в.

Первые всходы исследуемых трав были отмечены через 5-7 дней, а через 12 дней наблюдались полные всходы на всех вариантах лабораторного опыта. Подсчет густоты стояния растений 20 мая позволил установить, что наибольший процент всхожести растений наблюдался на вариантах 6 (99 %), 9 (95 %), 7 (89 %), 8 (89 %), 1 (82 %).

Исследования динамики роста и развития растений позволили установить, что в одновидовых посевах наиболее высокие показатели высоты растений наблюдались на варианте 3 (кострец безостый) и на варианте 1 (эспарцет). Более медленное развитие растений было отмечено у донника (вариант 5) и черноголовника (вариант 2). Высота растений костреца безостого 2 июля превышала высоту растений черноголовника в среднем в 2 раза, а растений донника – в 1,9 раза. В многовидовых посевах наи-

- Вариант 5 – донник;
- Вариант 6 – донник + кострец безостый;
- Вариант 7 – донник + кострец безостый + черноголовник;
- Вариант 8 – донник + кострец безостый + черноголовник + эспарцет;
- Вариант 9 – донник + кострец безостый + черноголовник + пырей + эспарцет.

Перед закладкой опыта в вегетационных сосудах было проведено в многократной повторности определение всхожести исследуемых культур (табл. 1).

Анализ приведенных в табл. 1 показателей позволил установить, что наибольший процент всхожести семян (90 %) был отмечен у таких трав, как эспарцет и черноголовник. У семян пырея ползучего и костреца безостого всхожесть была более низкой и составила соответственно 60 и 58 %.

лучшее развитие растений отмечалось у травосмеси донник + кострец безостый + черноголовник + эспарцет (вариант 8). На данном варианте высота растений незначительно превышала показатели варианта 7, где изучалась трехкомпонентная травосмесь донник + кострец безостый + черноголовник. Несколько ниже были показатели высоты растений на посевах двухкомпонентной и пятикомпонентной травосмесей (табл. 2).

Определение высоты растений и отмывание корневой системы производились 2 июля. Результаты представлены в табл. 3. Анализ полученных результатов позволил установить, что наиболее высокие показатели высоты растений наблюдались у эспарцета (25,9 см), пырея ползучего (25,5 см) и костреца безостого (24,2 см). Глубина проникновения корневой системы у данных культур в среднем составила 5,7 см, 6,4 см и 6,3 см соответственно. Растения черноголовника имели в среднем высоту 12,2 см, глубину проникновения корневой системы – 6,2 см. Наиболее низкие показатели высоты растений и длины корневой системы отмечены у донника – 11,4 см и 5,3 см соответственно.

Таблица 2. Динамика линейного роста изучаемых растений

Вариант	Показатели линейного роста, см			
	1.06.10	11.06.10	21.06.10	2.07.10
Вариант 1 – эспарцет	13,1	15,3	17,1	20,2
Вариант 2 – черноголовник	6,4	9,5	10,0	10,7
Вариант 3 – кострец безостый	16,4	18,0	19,6	21,5
Вариант 4 – пырей ползучий	12,4	15,1	17,5	19,3
Вариант 5 – донник	6,7	8,4	9,9	11,4
Вариант 6 – донник + кострец безостый	8,6	10,9	12,7	14,3
Вариант 7 – донник + кострец безостый + черноголовник	10,5	14,3	17,2	20,0
Вариант 8 – донник + кострец безостый + черноголовник + эспарцет	12,9	15,7	17,9	19,8

Вариант 9 – донник + кострец безостый + черноголовник + пырей + эспарцет	8,0	10,4	12,4	16,6
--	-----	------	------	------

Таблица 3. **Высота растений и длина корневой системы в среднем по вариантам опыта**

Повторность варианта опыта	Высота растений, см	Длина корневой системы, см
Эспарцет		
1	27,4	5,7
2	21,2	4,5
3	26,0	3,7
4	29,1	8,9
среднее	25,9	5,7
Черноголовник		
1	12,5	6,0
2	11,0	6,0
3	13,2	6,5
среднее	12,2	6,2
Кострец безостый		
1	21,7	5,2
2	21,5	8,3
3	29,5	5,5
среднее	24,2	6,3
Пырей ползучий		
1	27,7	6,8
2	25,0	6,5
3	23,8	5,8
среднее	25,5	6,4
Донник		
1	11,5	6,8
2	10,1	4,0
3	12,5	5,1
среднее	11,4	5,3

Таким образом, результаты роста и развития многолетних трав в вегетационных сосудах позволили установить возможность их произрастания на субстрате золоотвала. На основании полученных результатов для проведения растительных мелиораций при биологической консервации первой секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС была рекомендована четырехкомпонентная травосмесь донник + кострец безостый + черноголовник + эспарцет.

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В связи со сложившимися экстремальными климатическими условиями летнего периода 2010 года не представилось возможным подготовить нанесённый рекультивационный слой к проведению летнего посева и выполнить залужение поверхности первой секции золоотвала травосмесью. Входящие в её состав многолетние растения хотя и обладают высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям микроклимата и к отрицательным свойствам рекультивационного слоя, но не могут высеваться в неразделанный до мелкокомковатой структуры, сильно иссушённый рекультивационный слой, поскольку они являются мелкосемянными. Это не позволило бы провести качественное залужение и получить полноценные всходы в летние сроки посева, поэтому работы по биологической рекультивации были начаты в апреле 2011 г.

Во II декаде апреля были выполнены работы по очистке территории рекультивируемой секции золоотвала. После этого была проведена культивация поверхности золоотвала на глубину 8...10 см.

В период 15-18 апреля выпали осадки, что позволило не проводить прикатывание рекультивационного слоя перед посевом травосмеси. Посев многолетней травосмеси был произведён 19-20 апреля. Нормы высева составили: донник – 15 кг/га, кострец – 20 кг/га, черноголовник – 20 кг/га, эспарцет – 15 кг/га. Посев проводился сеялкой СЗТ-3,6, неудобья засеивались вручную.

После посева выпали осадки, что позволило получить полноценные всходы травосмеси в I декаде мая. Так как рекультивируемая поверхность была хорошо подготовлена к посеву и наблюдалась высокая естественная влагообеспеченность на глубине заделки трав 2...3 см, были получены полноценные всходы травосмеси.

Выпавшие осадки, хорошо подготовленная поверхность золоотвала, посев в оптимальные сроки – все это позволило не только получить полноценные всходы, но и полноценно расти и развиваться многолетней травосмеси на рекультивируемой секции золоотвала.

Замеры высоты высеванных трав были произведены 12 мая. В среднем, на этот период высота злака (кострец) составила 9,2 см, а бобовых трав (эспарцет, донник, черноголовник) – 5,1 см.

В течение периода вегетации выполнялись замеры высоты растений, глубины проникновения кор-

невой системы, определение сырой и сухой биомассы растений травосмеси (табл. 4)

Таблица 4. Динамика линейного роста и развития корневой системы растений четырёхкомпонентной травосмеси, накопления сырой и сухой биомассы

Культуры	Линейный рост, см	Длина корней, см	Сырая биомасса, г	Сухая биомасса, г
26 мая 2011 г.				
Донник	11,3	11,0	0,54	0,28
Кострец	13,7	5,8	0,62	0,43
Черноголовник	6,9	3,9	0,43	0,29
Эспарцет	10,5	7,6	0,82	0,58
22 июня 2011 г.				
Донник	13,6	12,1	0,81	0,41
Кострец	16,8	6,8	0,83	0,57
Черноголовник	7,1	5,8	0,51	0,34
Эспарцет	12,6	8,4	0,94	0,66
20 июля 2011 г.				
Донник	15,4	14,3	1,19	0,61
Кострец	23,2	12,8	0,98	0,68
Черноголовник	9,7	8,6	0,59	0,40
Эспарцет	20,2	17,0	1,19	0,84
30 августа 2011 г.				
Донник	24,3	19,8	1,81	0,94
Кострец	27,3	15,6	2,09	1,44
Черноголовник	11,5	10,9	0,68	0,46
Эспарцет	26,2	21,5	1,65	1,17
23 сентября 2011 г.				
Донник	27,3	23,8	2,46	1,28
Кострец	32,4	21,6	2,82	1,95
Черноголовник	13,8	12,9	1,12	0,75
Эспарцет	29,8	23,0	2,58	1,83

Анализ представленных в табл. 4 данных показал, что наиболее быстро развивался корневищный злак (кострец). У этой культуры были отмечены более высокие показатели линейного роста, глубины проникновения корневой системы, нарастания сырой и сухой биомассы. Бобовые культуры формировали надземную массу более медленно, так как в начальный период роста они усиленно развивали корневую систему, а затем надземную массу.

В период вегетации трав в посевах появилась сорная растительность с преобладанием щирицы и лебеды (2-3 растения на 1 м²).

К середине вегетационного периода растений многолетней травосмеси наблюдалась хорошая задернёность первой секции золоотвала, что позволило прекратить пыление и исключить водную эрозию за счет развивающихся и укоренившихся растений, которые обеспечили залужение рекультивируемой поверхности.

В заключение следует отметить, что проведённые работы не являются окончательным этапом биологической рекультивации первой отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС. Так как

этот процесс требует длительного наблюдения за рекультивируемой территорией, уходные работы за растительностью будут продолжены, будет выполняться также мониторинг рекультивированной секции золоотвала.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

Результаты работ по биологической рекультивации второй отработанной секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС / В.В. Бирюков, И.В. Гурина, Н.А. Иванова, В.Г. Лукьянов, Е.А. Лысенко // Материалы III Международного научно-практического семинара «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование». Москва, 22-23 апреля 2010 г. М.: Издательский дом МЭИ, 2010. С.64-67

И.В. Гурина, Н.А. Иванова, Е.А. Лысенко. Биологическая консервация первой секции золоотвала Новочеркасской ГРЭС // Материалы IV научно-практического семинара «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование», Москва, 19–20 апреля 2012 г. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 115 – 118.