

УДК 630*5:621.311

С.В. Залесов¹, Е.С. Залесова¹, А.А. Зверев¹, А.С. Оплетев¹, А.А. Терин²¹Уральский государственный лесотехнический университет²Филиал «Сухоложский» ГУП СО «Лесохозяйственное производственное объединение»

Залесов Сергей Вениаминович родился в 1953 г., окончил в 1981 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный лесовод РФ, проректор по научной работе Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 300 научных работ по вопросам повышения продуктивности и устойчивости лесов Урала и Западно-Сибирской низменности.

E-mail: zalesov@usfeu.ru



Залесова Евгения Сергеевна окончила в 2010 г. Уральский государственный лесотехнический университет, аспирантка УГЛТУ. Имеет 30 печатных работ в области рубок ухода и повышения продуктивности лесов.

E-mail: kally88@mail.ru



Зверев Антон Александрович родился в 1987 г., окончил в 2010 г. Уральский государственный лесотехнический университет, аспирант УГЛТУ. Имеет более 10 печатных работ по вопросам рекультивации нарушенных земель.

E-mail: kamol4@mail.ru



Оплетев Антон Сергеевич родился в 1988 г., окончил с отличием в 2010 г. Уральский государственный лесотехнический университет, аспирант УГЛТУ. Имеет 20 печатных работ в области повышения продуктивности лесов.

E-mail: opletaev@e1.ru



Терин Алексей Александрович родился в 1978 г., окончил в 2010 г. Уральский государственный лесотехнический университет, директор филиала «Сухоложский» ГУП СО «Лесохозяйственное производственное объединение», аспирант УГЛТУ.

E-mail: talexter@yandex.ru



ФОРМИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ЗОЛОТВАЛЕ РЕФТИНСКОЙ ГРЭС

Проанализированы таксационные показатели искусственных сосновых насаждений, созданных в процессе лесной рекультивации на золоотвале Рефтинской ГРЭС. Экспериментально доказана возможность выращивания на золоотвалах высокопродуктивных сосняков.

Ключевые слова: золоотвал, рекультивация, искусственные насаждения, сосняки, живой напочвенный покров.

Рефтинская ГРЭС – самая крупная в Свердловской области тепловая электростанция, работающая на твердом топливе. Первый из десяти действующих энергоблоков Рефтинской ГРЭС был пущен в эксплуатацию в 1970 г. Установленная электрическая мощность электростанции составляет 3800 тыс. кВт, тепловая – 350 Гкал/ч. В зимний период среднесуточный расход угля – 48 тыс. т, мазута – 150 т. Специфической особенностью Рефтинской ГРЭС является использование в качестве основного топлива многозольного экибастузского каменного угля [1].

В соответствии со схемой лесорастительного районирования Б.П. Колесникова и др. [2] территория расположения Рефтинской ГРЭС относится к округу сосново-березовых предлесостепных лесов Зауральской равнинной провинции

Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области. Основная доля загрязнений от станции приходится на золу. В золе экибастузских углей преобладают алюмосиликаты, в которых содержание $\text{SiO}_2 + \text{AlO}_3$ достигает 90 % и выше. Содержание $\text{CaO} + \text{MgO}$ не превышает 2...3 %, что обеспечивает отсутствие цементирующей способности золы и, как следствие, перенос ее частиц ветром на значительные расстояния.

Как известно, газообразные, аэрозольные, пылевые выбросы предприятий, содержащие органические и минеральные компоненты, изменяют свойства зональных почв. В районе Рефтинской ГРЭС представлены серые лесные почвы с разной степенью оподзоливания и гумусирования. Почвы легкого гранулометрического состава имеют преимущественно укороченный профиль. Мощность гумусового горизонта колеблется в пределах 3...8 см.

Повышенное содержание в золе, по сравнению с почвой, микроэлементов, значительное количество подвижных элементов питания (P_2O_5 и K_2O), а также слабощелочная реакция при аэротехногенном напылении способствовали раскислению почвы и привели к повышению почвенного плодородия на значительной части территории.

Представление о влиянии выбросов Рефтинской ГРЭС на рост древостоев Сухоложского лесничества дает анализ динамики типов леса. Для этого мы воспользовались схемой типов леса, разработанной сотрудниками Института экологии растений и животных и Уральской ЛОС ВНИИЛМ [6]. Данная схема все многообразие типов леса распределяет на 9 групп (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика групп типов леса

№ группы типов леса	Индекс группы типов леса	Типы леса, входящие в состав группы
1	нг	Нагорный, лишайниковый – $C_{нг}$; $C_{лш}$
2	бр	Брусничные – $C_{бр}$; $C_{бв}$
3	яг	Ягодниковые – $C_{яг}$; $C_{язм}$; $C_ч$
4	лп	Липняковый – $C_{лп}$
5	рт	Разнотравные – $C_{орл}$; $C_{ртр}$; $C_{тр}$
6	трзм	Травяно-зеленомошные – $C_{зпт}$; $C_{змхв}$
7	крпр	Крупнотравно-приручьевый – $C_{прч}$
8	мшхв	Мшисто-хвощевый – $C_{мш.хв}$
9	сфтр	Сфагново-травяно-болотные – $C_{отр}$; $C_{сф}$; $C_{сф.тр}$

Примечание. Сосняки: $C_{нг}$ – нагорный, $C_{лш}$ – лишайниковый, $C_{бр}$ – брусничный, $C_{бв}$ – бруснично-вейниковый, $C_{яг}$ – ягодниковый, $C_{язм}$ – ягодниково-зеленомошный, $C_ч$ – черничный, $C_{лп}$ – липняковый, $C_{орл}$ – орляковый, $C_{ртр}$ – разнотравный, $C_{тр}$ – травяной, $C_{зпт}$ – зеленомошно-травяной, $C_{змхв}$ – зеленомошно-хвощевый, $C_{прч}$ – приручьевый, $C_{мш.хв}$ – мшисто-хвощевый, $C_{отр}$ – осоко-травяной, $C_{сф}$ – сфагновый, $C_{сф.тр}$ – сфагново-травяной.

Динамика сосновых насаждений по группам типов леса после пуска Рефтинской ГРЭС приведена в табл. 2.

Таблица 2

Распределение сосновых насаждений Сухоложского лесничества по группам типов леса

Год учета	Площадь сосновых насаждений по группам*							
	2	3	4	5	6	7	8	Итого
1970	<u>806,0</u>	<u>24 489,0</u>	<u>66</u>	<u>16 366,0</u>	<u>129,0</u>	=	<u>2 376,0</u>	<u>44 232,0</u>
	1,82	55,37	0,15	37,00	0,29	–	5,37	100
1990	<u>636,3</u>	<u>5 360,9</u>	<u>18,8</u>	<u>31 130,1</u>	<u>134,1</u>	<u>144,1</u>	<u>2 193,6</u>	<u>39 617,9</u>
	1,61	13,53	0,05	78,58	0,34	0,36	5,53	100
2000	<u>1 269</u>	<u>15 297,0</u>	<u>63</u>	<u>22 895,0</u>	<u>45,0</u>	<u>10,0</u>	<u>2 138,0</u>	<u>41 717,0</u>
	3,04	36,67	0,15	54,88	0,11	0,02	5,13	100,0

*В числителе приведены данные в гектарах, в знаменателе – в процентах.

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что за период с 1970 г. по 2000 г. резко увеличилась доля насаждений наиболее продуктивных типов леса. Так, доля сосновых насаждений разнотравного типа леса за анализируемый период выросла с 37,00 до 54,88 %. Особо следует выделить 1990 г., когда доля насаждений травяного типа леса достигла 78,58 %. Последнее, на наш взгляд, было связано с интенсивным «пылением» первого золоотвала после его полного заполнения. В последнее десятилетие были предприняты мероприятия по рекультивации данного золоотвала, что сократило разнос золы и привело к увеличению доли насаждений ягодниковых и брусничных типов леса при сокращении разнотравных.

Несмотря на то, что согласно биорекультивационному районированию Свердловской области [3] территория золоотвалов расположена в зоне активной рекультивации в районе неотложной массовой рекультивации, первые опыты по их рекультивации были начаты только в 1992 г. Они заключались в прокладке экскаватором через каждые 3 м траншей шириной 0,7 м с последующим заполнением их смесью супесчаного почвогрунта с торфом (соотношение 1:1) и посадкой сосны и лиственницы. В 1993 г. опыты по рекультивации были продолжены на площади 4 га: на поверхность золоотвала наносили почвогрунт толщиной 0,25; 0,40 и 0,60 м с последующей посадкой трехлетних сеянцев сосны обыкновенной, ели сибирской, лиственницы сибирской, березы повислой и пушистой, тополя бальзамического, а также ивы прутьевидной и шерстистопобеговой [4].

В последующие годы технология лесной рекультивации золоотвалов Рефтинской ГРЭС дорабатывалась под руководством проф. А.К. Махнева, что позволило перейти к созданию на территории золоотвала искусственных насаждений в промышленных масштабах. По данным на 1 июля 2011 г. на территории золоотвала № 1 ГКУ СО «Сухоложское лесничество» создано 360,2 га лесных культур из различных древесных пород.

Для анализа эффективности лесной рекультивации на золоотвале № 1 заложено 7 постоянных пробных площадей (ППП) в лесных культурах разного возраста. В качестве контроля использовали участок золоотвала, на котором лесные культуры не создавались.

ППП закладывали в 2011 г. и включали сплошной перемер всех деревьев, а также замер высот у 15–20 модельных деревьев на каждой ППП для последующего построения графиков высот и определения средних высот древостоев. Для изучения живого напочвенного покрова (ЖНП) на каждой ППП равномерно закладывали по 10–12 учетных площадок размером 0,5×0,5 м. ЖНП срезали на уровне поверхности почвы с последующим разделением его по видам и определением надземной фитомассы каждого вида [5].

Таксационная характеристика древостоев ППП приведена в табл. 3.

Материалы табл. 3 свидетельствуют, что лесные культуры на рекультивированном золоотвале характеризуются высокой продуктивностью. Древостои всех ППП старше 8 лет имеют I^a класс бонитета.

Более молодые культуры характеризуются II классом бонитета, что, на наш взгляд, объясняется высокой конкуренцией сосне со стороны живого напочвенного покрова. В дальнейшем, по мере роста лесных культур и смыкания их сначала в рядах, а потом и в междурядьях, конкуренция со стороны живого напочвенного покрова ослабляется, что способствует, в конечном счете, резкому повышению класса бонитета.

Таблица 3

**Таксационная характеристика древостоев ППП
на рекультивированном золоотвале № 1 Рефтинской ГРЭС**

№ ППП	Год посадки	Сос-тав	Густота, шт./га	Возраст биологический, лет	Средние		Полно-та, м ² /га	Запас, м ³ /га	Класс бонитета
					высота, м	диаметр, см			
1	1992	9,9 С	3390	20	11,5	9,1	22,113	140,74	I ^a
		0,1 Б	133	–	9,0	5,6	0,337	1,79	
		Лц	29	–	8,5	4,9	0,053	0,29	

2	1996	Ос	19	–	4,0	2,0	0,006	0,02	I ^a	
		<i>Всего</i>	3571					22,509		142,84
		9,9 С	2149	16	8,8	9,0	13,739	75,16		
3	1997	0,1 Ос	104	14	4,5	4,5	0,171	0,61	I ^a	
		<i>Всего</i>	2253					13,91		75,77
		10,0 С	3632	15	7,8	7,9	17,821	88,15		
4	1999	Ос	72	13	2,0	2,3	0,030	0,05	I ^a	
		<i>Всего</i>	3704					17,851		88,20
		10,0 С	4377	13	6,4	6,4	14,069	61,51		
5	2002	Ос	23	11	2,0	2,0	0,007	0,01	I ^a	
		<i>Всего</i>	4400					14,076		61,52
		10,0 С	2142	10	5,4	5,4	4,850	18,67		
6	2004	Ос	53	8	1,6	2,0	0,016	0,03	I ^a	
		<i>Всего</i>	2195					4,866		18,70
		10,0 С	3675	8	2,5	2,5	1,884	4,58		
7	2005	Ос	13	6	2,0	2,0	0,004	0,01	II	
		<i>Всего</i>	3688					1,888		4,59
		10,0 С	3016	7	2,4	2,4	1,423	3,36		

В пользу последнего предположения свидетельствуют данные о надземной фитомассе ЖНП на ППП в зависимости от возраста искусственных насаждений (табл. 4).

Таблица 4

Надземная фитомасса ЖНП на ППП по ценотипам в абс. сухом состоянии на рекультивированном золоотвале №1 Рефтинской ГРЭС

Ценотип	Надземная фитомасса ЖНП в зависимости от возраста насаждений, лет (номер пробной площади)							
	Контроль (8)	7 (7)	8 (6)	10 (5)	13 (4)	15 (3)	16 (2)	20 (1)
Луговой	<u>800,82</u>	<u>240,42</u>	<u>121,65</u>	<u>254,92</u>	<u>7,67</u>	<u>1,55</u>	<u>29,2</u>	<u>15,21</u>
	59,88	16,84	19,33	13,30	6,52	2,09	8,25	51,82
Лесной	<u>10,14</u>	<u>23,40</u>	<u>4,00</u>	<u>28,32</u>	<u>0,56</u>	<u>10,89</u>	–	<u>11,71</u>
	0,76	1,64	0,63	1,47	0,47	14,68		39,89
Лугово-лесной	<u>255,68</u>	<u>495,26</u>	<u>343,15</u>	<u>1305,19</u>	<u>96,65</u>	<u>55,91</u>	<u>293,24</u>	<u>0,36</u>
	19,12	34,70	54,53	68,09	82,22	75,91	82,87	1,22
Лесо-луговой	<u>166,59</u>	<u>573,36</u>	<u>155,78</u>	<u>262,6</u>	<u>2,55</u>	<u>5,6</u>	<u>7,28</u>	<u>1,13</u>
	12,45	40,17	24,75	13,70	2,16	7,55	2,05	3,85

Окончание табл. 4

Ценотип	Надземная фитомасса ЖНП в зависимости от возраста насаждений, лет (номер пробной площади)							
	Контроль (8)	7 (7)	8 (6)	10 (5)	13 (4)	15 (3)	16 (2)	20 (1)
Луговые синантропы	<u>104,22</u>	<u>94,92</u>	<u>4,61</u>	<u>65,56</u>	<u>10,11</u>	<u>0,21</u>	<u>24,12</u>	<u>0,94</u>
	7,79	6,65	0,73	3,42	8,60	0,28	6,81	3,20
<i>Всего на ППП</i>	<u>1337,45</u>	<u>1427,36</u>	<u>629,19</u>	<u>1916,59</u>	<u>117,54</u>	<u>74,16</u>	<u>353,84</u>	<u>29,35</u>
	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечания. 1. В числителе приведены данные в килограммах на гектар, в знаменателе – в процентах. 2. Количество видов ЖНП, шт.: контроль – 24; ППП-7 – 17; ППП-6 – 24; ППП-5 – 20; ППП-4 – 14; ППП-3 – 13; ППП-2 – 15; ППП-1 – 11.

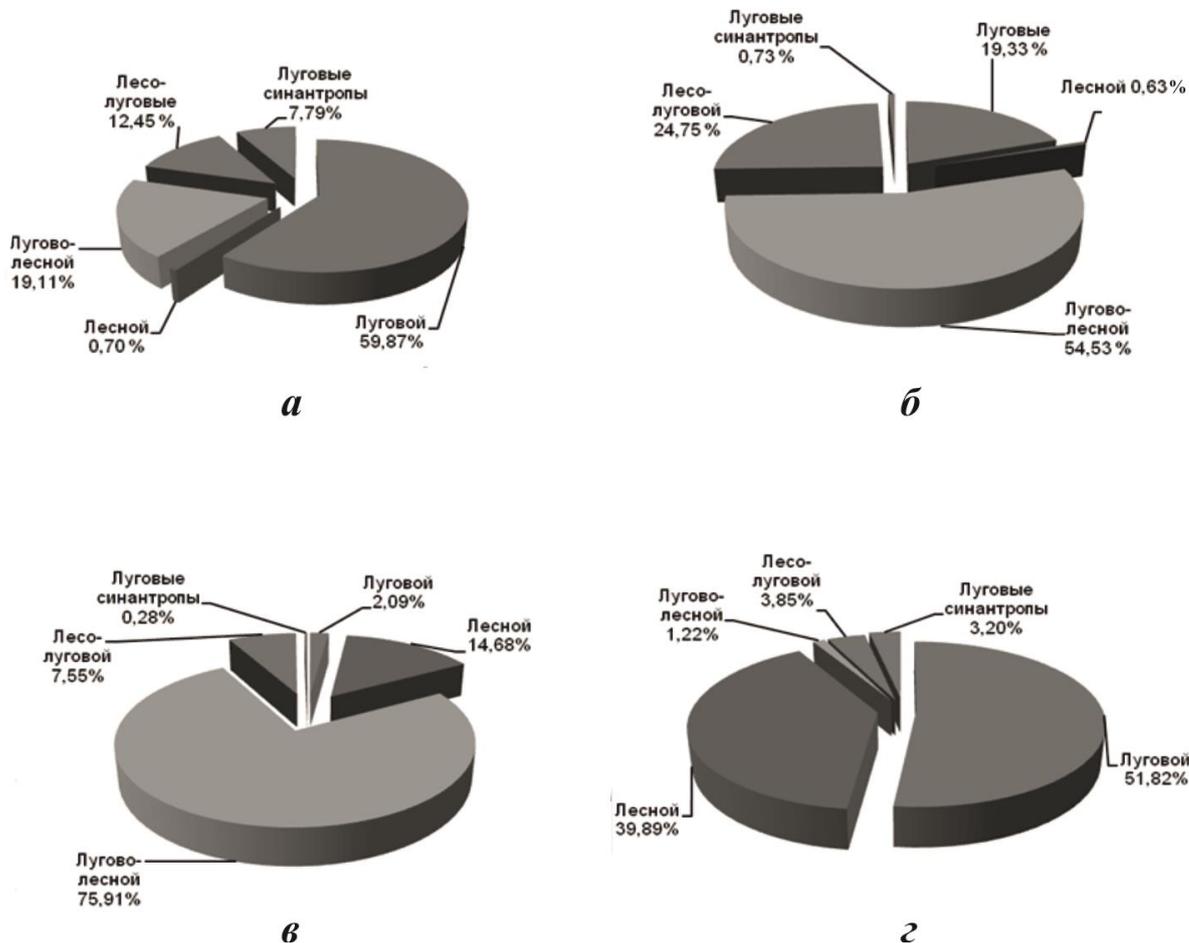
Материалы табл. 4 свидетельствуют, что если на покрытом почвой участке золоотвала (контроль) масса ЖНП в абс. сухом состоянии составляет 1337,45 кг/га (ППП-8), то под пологом 20-летнего искусственного соснового древостоя она не превышает 29,35 кг/га (ППП-1). При этом количество видов ЖНП в первом случае достигает 24, во втором – 11.

На рисунке наглядно изображено изменение структуры фитомассы травянистой растительности (по ценотипам) под пологом лесных культур и на контроле в зависимости от возраста древостоя на рекультивированном золоотвале № 1 Рефтинской ГРЭС.

Изменение структуры видового состава ЖНП (%) на рекультивированном золоотвале № 1 Рефтинской ГРЭС: *a* – контроль, *b* – 8 лет, *в* – 15, *г* – 20 лет

Доля участия лесных видов на контроле (не покрытая лесом площадь – ППП-8) составляет незначительную часть, всего 0,70 %, в то время как под пологом 20-летних лесных культур сосны они являются одним из доминантов живого напочвенного покрова: доля их участия составляет 39,89 %. Закономерность увеличения доли лесных видов с возрастом насаждений прослеживается и на остальных ПП. Доля лесных видов в культурах возраста 8 лет составляет 0,63 %, в культурах возраста 15 лет – 14,68 %.

Доля луговых видов по нашим данным (ППП-8 – контроль, ППП-3, ППП-6) снижается с



возрастом древостоя, однако на ППП-1 (возраст древостоя 20 лет) доля луговых составила более 50,00 %. Этот факт можно объяснить неоднородностью ЖНП, который сформировался на золоотвале. Возможно, на учетные площадке по сбору ЖНП попали сохранившиеся фрагменты луговой растительности (например, злаковые виды) в естественных прогалах, окнах и т.д. Непосредственно под пологом 20-летних лесных культур идет интенсивное накопление лесной подстилки и формируется мертвопокровное покрытие, расположение ЖНП фрагментарное и приурочено к освещенным участкам.

С увеличением возраста искусственных насаждений луговые виды сменяются на типично лесные. В частности, под пологом 20-летнего соснового древостоя в ЖНП доминируют щетинник зеленый, сныть обыкновенная и костяника обыкновенная, на долю которых приходится соответственно 49,90; 22,20 и 17,20 % надземной фитомассы ЖНП.

Выводы

1. Наиболее обоснованным направлением минимизации отрицательных последствий складирования золы является лесная рекультивация.

2. При выборе древесной породы для лесной рекультивации в условиях округа сосново-березовых предлесостепных лесов Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области следует отдавать предпочтение сосне обыкновенной, формирующей на рекультивированных золоотвалах насаждения Iа класса бонитета.

3. В процессе формирования искусственных сосновых насаждений на рекультивированном золоотвале сокращается масса ЖНП и количество видов его составляющих. Последнее объясняется формированием лесной подстилки и лесной среды под пологом древостоя.

4. Значительная надземная фитомасса ЖНП в первые годы после проведения рекультивационных работ вызывает необходимость принятия мер по противопожарному устройству рекультивируемого золоотвала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние Рефтинской ГРЭС на основные таксационные показатели сосновых насаждений прилегающих территорий / С.В. Залесов, А.А. Зверев, А.А. Терин, А.В. Дробышева // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: сб. статей по матер. Всерос. науч.-практ. конф., 20-21 окт. 2011 г. Т. 1. Красноярск: СибГТУ, 2011. С. 33–37.

2. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. 177 с.

3. Колесников Б.П., Лукьянец А.И. Биорекультивационное районирование Свердловской области // Растения и промышленная среда. Свердловск, 1976. С. 10–16.

4. Махнев А.К., Внуков А.А. Особенности роста и развития древесных растений в культурдендроценозах на золоотвале Рефтинской ГРЭС // Биологическая рекультивация нарушенных земель: материалы междунар. совещ. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. С. 169–184.

5. Основы фитомониторинга: учебное пособие / С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова, Н.П. Швалева. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2007. 76 с.

6. Рекомендации по ведению хозяйства на зонально-типологической основе в лесах Свердловской области. М., 1984. 56 с.

Поступила 28.08.12

S.V. Zalesov¹, E.S. Zalesova¹, A.A. Zverev¹, A.S. Opletaev¹, A.A. Terin²

¹The Ural State Forest Engineering University

²Employment “Sukholozhsky” Branch of the State Unilary Enterprise in Sverdlovsh Region
“Forestry Production Association”

The Method of Growing Artificial Pine Stands at the Ash Dumps of the Reftinskaya Power Plant

We have analyzed inventory data of artificial pine stands that were planted during forest restoration at the ash dumps of the Reftinskaya Power Plant. The possibility of growing highly productive artificial pine stands at ash dumps has been experimentally proved.

Key words: ash dump, reclamation, artificial stands, pine forests, ground vegetation cover.