

Научная статья

Срок поступления статьи 20.06.2022

УДК 631.618+630.228  
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.4.09

## Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации выработанных карьеров глины в Средне-Уральском таежном лесном районе

**Регина Александровна Осипенко<sup>1</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук

**Сергей Вениаминович Залесов<sup>2</sup>**

доктор сельскохозяйственных наук

**Юрий Валерьевич Зарипов<sup>3</sup>**

кандидат сельскохозяйственных наук

**Аннотация.** Проанализированы результаты создания искусственных сосновых насаждений на выработанных карьерах кирпичной глины в условиях Средне-Уральского таежного лесного района. В основу исследований положен метод пробных площадей, которые закладывали в насаждениях разного возраста. Экспериментально установлено, что лесохозяйственное направление рекультивации является эффективным и обеспечивает возвращение в хозяйственный оборот выработанных карьеров кирпичной глины. К 55-летнему возрасту искусственные сосновые древостои, созданные на территории выработанных карьеров кирпичной глины, имеют запас стволовой древесины 345 м<sup>3</sup>/га и характеризуются II классом бонитета. Таким образом, в результате проведения рекультивационных работ на территории выработанных карьеров кирпичной глины формируются высокопроизводительные искусственные сосновые насаждения. На основании проведенных исследований составлены таблицы хода роста искусственных сосновых древостоев, создающие основу для ведения лесного хозяйства на рекультивированных землях.

**Ключевые слова:** карьеры глины, рекультивация, лесные культуры, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), таксационные показатели

**Для цитирования:** Осипенко Р.А., Залесов С.В., Зарипов Ю.В. Эффективность лесохозяйственного направления рекультивации выработанных карьеров глины в Средне-Уральском таежном лесном районе. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2022. № 4. С. 96–102. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.4.09

<sup>1</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, старший преподаватель (Екатеринбург, Российская Федерация), osipenkora@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, заведующий кафедрой лесоводства, профессор (Екатеринбург, Российская Федерация), zalesovsv@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, докторант (Екатеринбург, Российская Федерация), yura.zaripov.82@bk.ru

Original article

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.4.09

## Forestry Trend Reclamation of Worked out Clay Quarries Efficiency in the Middle Ural Taiga Forest Region

**Regina A. Osipenko<sup>1</sup>**

*Candidate of Agricultural Sciences*

**Sergey V. Zalesov<sup>2</sup>**

*Doctor of Agricultural Sciences*

**Juri V. Zaripov<sup>3</sup>**

*Candidate of Agricultural Sciences*

**Abstract.** The article touches upon the analysis of creating artificial pine plantations on worked brick clay quarries in the conditions of the Middle Ural taiga forest region. The study is based on the method of trial plots, which were laid in plantations of different ages. It was experimentally established that the reclamation forestry trend is effective and ensures the return of the coniferous to the economic circulation of the worked out brick clay quarries. By 55 years old, artificial pine stands created on the territory of worked out brick clay quarries have a stock of stem wood of 345 m<sup>3</sup>/ha and are characterized by the second bonitet class. In other words, as a result of reclamation work, high-productive artificial pine plantations are formed on the territory of worked out brick clay quarries. Tables of the growth progressing of the artificial pine forests, compiled on the basis of the conducted studies, form the basis for forestry management on reclaimed lands.

**Key words:** clay quarries, reclamation, forest cultures, Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.), taxation indicators

**For citation:** Osipenko R., Zalesov S., Zaripov Ju. Forestry Trend Reclamation of Worked out Clay Quarries Efficiency in the Middle Ural Taiga Forest Region. – Text : electronic // Forestry information. 2022. № 4. P. 96–102. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2022.4.09

<sup>1</sup> Ural State Forestry Engineering University, Senior Lecturer (Yekaterinburg, Russian Federation), osipenkora@m.usfeu.ru

<sup>2</sup> Ural State Forestry Engineering University, Head of the Department of Forestry, Professor (Yekaterinburg, Russian Federation), zalesovsv@m.usfeu.ru

<sup>3</sup> Ural State Forestry Engineering University, Doctoral Student (Yekaterinburg, Russian Federation), yura.zaripov.82@bk.ru

## Введение

Уральский регион богат полезными ископаемыми. Их добыча и переработка ведутся здесь уже многие десятилетия, что обуславливает необходимость ширококомасштабных рекультивационных работ, направленных на возвращение в хозяйственный оборот выработанных карьеров, отвалов, хвостохранилищ и т.д. [1, 2]. Экспериментально доказано, что при правильной организации рекультивационных работ нарушенные земли можно достаточно быстро восстановить, приблизив их к зональному типу фитоценозов [3–6]. Именно проведение рекультивации позволяет значительно улучшить экологическую обстановку в районе добычи или переработки полезных ископаемых и минимизировать негативное влияние техногенных территорий на прилегающие естественные ландшафты.

Согласно ГОСТ Р 59070–2020 [7] под рекультивацией нарушенных земель понимают восстановление утраченного качественного состояния земель, достаточного для их использования в соответствии с целевым назначением. Однако более правильно под рекультивацией понимать набор технологических приемов, позволяющих целенаправленно формировать на месте нарушенных земель участки территории (места обитания, ландшафты) с заданными в виде технического задания в рабочем проекте рекультивации параметрами хозяйственной и (или) почвенно-экологической эффективности [8, 9].

Несмотря на длительный период изучения и обширную библиографию, решение проблемы рекультивации нарушенных земель требует проведения дальнейших исследований. Причина заключается в многообразии видов нарушенных земель [10], различии природно-климатических условий и стремлении минимизировать затраты на проведение рекультивационных работ при достижении максимального эффекта [11]. Не следует также забывать о существенном разнообразии направлений рекультивации.

Цель наших исследований – анализ эффективности лесохозяйственного направления рекультивации путем создания лесных культур

сосны обыкновенной на выработанных карьерах кирпичной глины.

## Материалы и методы

Объектами исследований служили искусственные сосновые насаждения, созданные в разные годы на выработанных карьерах кирпичной глины. Указанные карьеры расположены в округе предлесостепных сосново-березовых лесов Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесной области [12]. Согласно действующему нормативному документу [13] территория проведения исследований относится к Средне-Уральскому таежному лесному району.

Рекультивационные работы на выработанных карьерах проводили в 2 этапа. Первый (технический) включал выравнивание дна и сглаживание откосов карьера, а также их отсыпку слоем почвогрунта толщиной 10–20 см. Второй (биологический) этап рекультивации заключался в создании лесных культур посадкой 2-летних сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), которые закладывали в соответствии с широко известными апробированными методиками [14]. Историю искусственных насаждений восстанавливали на основе проектов создания лесных культур и книг их учета.

На основании полученных материалов был составлен эскиз таблиц хода роста искусственных сосновых насаждений, созданных на рекультивированных карьерах кирпичной глины, охватывающий 55-летний период.

## Результаты и обсуждение

В процессе исследований было заложено 23 ПП в искусственных сосновых насаждениях, созданных на рекультивированных карьерах кирпичной глины. Однако различия в исходной густоте, схемах посадки, специфике первого этапа рекультивационных работ обусловили отбор из общей совокупности 11 ПП, сходных по истории

создания и выращивания, т. е. относящихся к одному естественному ряду. Исследуемые древостои были созданы путем посадки 3-летних семян сосны. Во всех древостоях проводили рубки ухода, в том числе и обрезку сучьев. Насаждения указанных ПП характеризовались варьированием среднего возраста древостоев от 13 до 51 года. Основные таксационные характеристики древостоев на отобранных пробных площадях приведены в табл. 1 [15].

На некоторых ПП помимо сосны произрастают такие древесные породы, как береза, ель и осина (см. табл. 1). Однако примесь сопутствующих пород не превышает 11,2 % по запасу.

Следует отметить, что до 18 лет искусственные сосновые насаждения характеризуются III классом бонитета, а затем он повышается.

Множественный регрессионный анализ позволил вывести уравнения зависимости различных таксационных показателей от возраста древостоев. При этом высокие показатели коэффициентов детерминации ( $n^2 = 0,991-0,999$ ) свидетельствуют о высокой достоверности полученных уравнений. На основании выведенных уравнений был составлен эскиз таблиц хода роста (табл. 2).

Данные табл. 2 можно использовать для проектирования и проведения лесохозяйственных

**Таблица 1. Основные таксационные показатели древостоев пробных площадей на рекультивированных карьерах кирпичной глины**

№ ПП	Состав древостоя	Схема посадки, м	Возраст, лет	Средние		Густота, шт./га		Полнота		Запас, м <sup>3</sup> /га	Класс бонитета
				Высота, м	Диаметр, см	Посадки	Текущая	Абсолютная, м <sup>2</sup> /га	Относительная		
10	10С	1,4×1,1	13	2,7	2,2	13 000	9 317	3,4	0,36	9	III
	+Б		10	2,2	1,1	-	231	0,02	0,01	0,1	
	Итого							9 548	3,42	0,37	
12	10С	3,0×0,6	18	4,7	5,1	5 500	4 423	9,0	0,41	31	III
8	10С	2,3×0,5	19	6,3	5,3	8 700	5 457	12,1	0,52	54	II
14	10С	2,3×0,8	22	8,4	8,1	5 200	3 728	19,1	0,68	104	I
	+Е		20	2,9	2,4	-	122	0,1	0,01	0,2	
	+Б		22	8,1	5,2	-	41	0,1	0,01	0,4	
Итого							3 891	19,3	0,70	104,6	
7	10С	2,2×0,6	23	8,7	8,3	8 100	4 739	25,5	0,86	143	I
13	10С	2,7×0,5	24	8,3	7,5	6 900	5 088	22,2	0,79	127	I
5	9С	2,2×1,3	34	13,4	12,9	3 600	2 434	31,8	0,90	250	I
	1Б		45	18,1	27,2	-	41	2,4	0,09	26	
	+Ос		28	11,1	9,5	-	34	0,2	0,01	2	
Итого							2 509	34,4	1,00	278	
3	10С	2,5×0,8	37	13,3	11,6	5 300	3 404	35,7	1,00	268	II
4	10С	2,5×0,6	40	14,3	12,3	6 700	3 406	40,5	1,12	328	II
1	10С	2×1	46	16,2	15,2	5 000	1 988	35,9	0,94	311	II
	+Б		46	16,2	12,9	-	68	0,9	0,04	9	
	+Ос		46	17,9	15,4	-	24	0,4	0,02	5	
Итого							2 080	37,2	1,00	325	
2	9С	3×1	51	16,9	15,7	3 300	1 725	33,2	0,84	309	II
	1Б		51	16,0	11,2	-	470	4,6	0,20	39	
Итого							2 195	37,8	1,04	348	

**Таблица 2. Эскиз таблиц хода роста искусственных сосновых древостоев на рекультивированных карьерах кирпичной глины**

Возраст, лет	Средние		Густота, шт./га	Абсолютная полнота, м <sup>2</sup> /га	Видовое число	Запас, м <sup>3</sup> /га	Прирост по запасу, м <sup>3</sup> /га	
	Высота, м	Диаметр, см					Средний	Текущий
10	2,6	3,2	7 535	4,6	0,823	10	1,00	-
15	5,0	4,9	6 107	10,6	0,723	39	2,57	5,72
20	7,2	6,5	5 093	16,9	0,673	82	4,08	8,59
25	9,1	8,1	4 307	22,6	0,641	132	5,30	10,18
30	10,9	9,7	3 665	27,6	0,619	186	6,19	10,62
35	12,5	11,3	3 121	31,4	0,602	236	6,75	10,12
40	14,0	13,0	2 651	34,1	0,589	280	7,01	8,84
45	15,3	14,6	2 236	35,5	0,578	315	7,00	6,91
50	16,6	16,2	1 865	35,7	0,568	337	6,74	4,45
55	17,8	17,8	1 529	34,5	0,560	345	6,27	1,55

мероприятий в искусственных сосняках, выращиваемых на рекультивированных землях. Продуктивность искусственных сосновых насаждений свидетельствует о высокой лесоводственной эффективности лесохозяйственного направления рекультивации. Так, в 55-летнем возрасте запас стволовой древесины в них достигает 345 м<sup>3</sup>/га при среднем приросте 6,27 м<sup>3</sup>/га.

## Выводы

1. Выработанные карьеры кирпичной глины подлежат рекультивации для ускорения возвращения нарушенных земель в хозяйственный оборот.

2. Наиболее перспективным следует признать лесохозяйственное направление рекультивации путем создания лесных культур сосны обыкновенной.

3. Искусственные сосновые насаждения на рекультивированных карьерах обеспечивают в 55-летнем возрасте запас стволовой древесины 345 м<sup>3</sup>/га.

4. Выбор сосны обыкновенной в качестве главной породы при биологическом этапе рекультивации карьеров глины объясняется спецификой природных условий района исследований, низкой требовательностью указанной породы к плодородию почвы, а также высокой продуктивностью и устойчивостью созданных насаждений.

## Список источников

1. Голованов, А.И. Рекультивация нарушенных земель / А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, В.И. Сметанин ; под ред. А.И. Голованова. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 336 с.
2. Comprehensive evaluation of land reclamation and utilization schemes based on a modified VIKOR method for surface mines / Wei Zhou, Wenying Yin, Xiaoqing Peng, Fuming Liu be Fei Yang // International journal of mining, reclamation and environment. – Vol. 32. – 2018. – P. 93–108. – DOI: 10.1080/17480930.2016.1228031.
3. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.А. Зверев, А.С. Оплетаяев, А.А. Терин // Лесной журнал. – 2013. – № 2. – С. 66–67.
4. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, Ю.В. Зарипов, А.С. Оплетаяев, О.В. Толкач // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – № 12. – С. 63–67.
5. Бачурина, А.В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель в зоне влияния металлургического производства / А.В. Бачурина, С.В. Залесов, О.В. Толкач // Экология и промышленность России. – 2020. – № 24 (6). – С. 67–71. – DOI: 10.18412/1816-0395-2020-6-67-71.
6. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation in ash dump sites of Reftinskaya NPES, Russia / S.V. Zalesov, S. Ayan, E.S. Zalesova, A.S. Opletaev // Alinteri Journal of Agriculture Sciences. – 2020. – № 35(1). – С. 7–14. – DOI: 10.28955/alinterizbd.696559
7. ГОСТ Р 59070–2020 Охрана окружающей среды. Рекультивация нарушенных и нефтезагрязненных земель. Термины и определения. – Введ. 01.04.2021. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 12 с.
8. Гаджиев, И.М. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель / И.М. Гаджиев, В.М. Курачев, В.А. Андроханов. – Новосибирск : ЦЭРИС, 2001. – 37 с.
9. Андроханов, В.А. Проблемы рекультивации нарушенных территорий в Сибири / В.А. Андроханов // Влияние нефтегазового комплекса на лесообразовательные процессы в районах Западной Сибири. – Сургут : Рекламно-издательский информационный центр «Нефть Приобья», 2012. – С. 105–113.
10. ГОСТ Р 59060–2020 Охрана окружающей среды. Земли. Классификация нарушенных земель в целях рекультивации. – Введ. 01.04.2021. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 15 с.
11. Луганский, Н.А. Возврат земель после нефтегазодобычи / Н.А. Луганский, К.И. Лопатин, В.Н. Луганский. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. – 63 с.
12. Колесников, Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области / Б.П. Колесников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. – Свердловск : УфАН, 1973. – 175 с.
13. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации. Приказ Минприроды России № 367 от 18.08.2014 (ред. от 19.02.2019). – Москва, 2014. – 31 с.
14. ОСТ 56-69–83 Площади пробные лесоустroительные. Методы закладки. – Москва : Экология, 1992. – 17 с.
15. Осипенко, Р.А. Эффективность рекультивации выработанных карьеров глины в Средне-Уральском таежном лесном районе : дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02 : защищена 25.11.2021 : утв. 29.03.2022 / Регина Александровна Осипенко. – Екатеринбург, 2021. – 194 с.

## References

1. Golovanov, A.I. Rekul'tivaciya narushennyh zemel' / A.I. Golovanov, F.M. Zimin, V.I. Smetanin ; pod red. A.I. Golovanova. – Sankt-Peterburg : Lan', 2015. – 336 s.
2. Comprehensive evaluation of land reclamation and utilization schemes based on a modified VIKOR method for surface mines / Wei Zhou, Wenying Yin, Xiaoqing Peng, Fuming Liu be Fei Yang // International journal of mining, reclamation and environment. – Vol. 32. – 2018. – P. 93–108. – DOI: 10.1080/17480930.2016.1228031.

3. Formirovanie iskusstvennyh nasazhdenij na zolootvale Reftinskoj GRES / S.V. Zalesov, E.S. Zalesova, A.A. Zverev, A.S. Opletaev, A.A. Terin // Lesnoj zhurnal. – 2013. – № 2. – S. 66–67.
4. Rekul'tivaciya narushennyh zemel' na mestorozhdenii tantal-berilliya / S.V. Zalesov, E.S. Zalesova, Yu.V. Zaripov, A.S. Opletaev, O.V. Tolkach // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2018. – T. 22. – № 12. – S. 63–67.
5. Bachurina, A.V. Effektivnost' lesnoj rekul'tivacii narushennyh zemel' v zone vliyaniya medeplavil'nogo proizvodstva / A.V. Bachurina, S.V. Zalesov, O.V. Tolkach // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2020. – № 24 (6). – S. 67–71. – DOI: 10.18412/1816-0395-2020-6-67-71.
6. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation in ash dump sites of Reftinskaya HPES, Russia / S.V. Zalesov, S. Ayan, E.S. Zalesova, A.S. Opletaev // Alinteri Journal of Agriculture Sciences. – 2020. – № 35(1). – S. 7–14. – DOI: 10.28955/alinterizbd.696559
7. GOST R 59070–2020 Ohrana okruzhayushchej sredy. Rekul'tivaciya narushennyh i neftezagryaznennyh zemel'. Terminy i opredeleniya. – Vved. 01.04.2021. – Moskva : Standartinform, 2020. – 12 s.
8. Gadzhiev, I.M. Strategiya i perspektivy resheniya problem rekul'tivacii narushennyh zemel' / I.M. Gadzhiev, V.M. Kurachev, V.A. Androhanov. – Novosibirsk : CERIS, 2001. – 37 s.
9. Androhanov, V.A. Problemy rekul'tivacii narushennyh territorij v Sibiri / V.A. Androhanov // Vliyanie neftegazovogo kompleksa na lesobrazovatel'nye processy v rajonah Zapadnoj Sibiri. – Surgut : Reklamno-izdatel'skij informacionnyj centr «Nef't Priob'ya», 2012. – S. 105–113.
10. GOST R 59060–2020 Ohrana okruzhayushchej sredy. Zemli. Klassi-fikaciya narushennyh zemel' v celyah rekul'tivacii. – Vved. 01.04.2021. – Moskva : Standartinform, 2020. – 15 s.
11. Luganskij, N.A. Vozvrat zemel' posle neftegazodobychi / N.A. Luganskij, K.I. Lopatin, V.N. Luganskij. – Ekaterinburg : Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2005. – 63 s.
12. Kolesnikov, B.P. Lesorastitel'nye usloviya i tipy lesov Sverdlovskoj oblasti / B.P. Kolesnikov, R.S. Zubareva, E.P. Smolonogov. – Sverdlovsk : UfAN, 1973. – 175 s.
13. Ob utverzhdenii Perechnya lesorastitel'nyh zon Rossijskoj Federacii i Perechnya lesnyh rajonov Rossijskoj Federacii. Prikaz Minprirody Rossii № 367 ot 18.08.2014 (red. ot 19.02.2019). – Moskva, 2014. – 31 s.
14. OST 56-69–83 Ploshchadi probnye lesoustroitel'nye. Metody zakladki. – Moskva : Ekologiya, 1992. – 17 s.
15. Osipenko, R.A. Effektivnost' rekul'tivacii vyrabotannyh kar'erov gliny v Sredne-Ural'skom taezhnom lesnom rajone : dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.03.02 : zashchishchena 25.11.2021 : utv. 29.03.2022 / Regina Aleksandrovna Osipenko. – Ekaterinburg, 2021. – 194 s.