

УДК 630*231.32:553.676.2

НАКОПЛЕНИЕ ПОДРОСТА НА ОТВАЛАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТА

Зарипов Ю.В., Залесова Е.С., Залесов С.В., Платонов Е.П.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург,
e-mail: Zalesov@usfeu.ru

Проанализированы количественные и качественные показатели подроста на отвалах месторождения хризотил-асбеста. В основу исследований положен метод учетных площадок. Последние закладывались на трансектах, расположенных на разном расстоянии от откосов трех террас отвала «Восточный». Весь подрост делился по породам (видам), жизненному состоянию и категориям крупности, с перерасчетом полученных данных на 1 га. Учитывая специфику условий произрастания при наличии ивы, последняя относилась к подросту без установления вида. Помимо густоты жизнеспособного подроста в пересчете на крупный на всех трансектах определялась встречаемость подроста, а на основании полученных данных – обеспеченность подростом хозяйственно ценными породами в соответствии с действующими нормативными документами (Правила ..., 2019). Исследования показали, что формирование подроста зависит от высоты террасы отвала месторождения хризотил-асбеста. На всех трех террасах отвала имеет место подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth.), осины (*Populus tremula* L.) и ивы (*Salix* L.). При этом в составе подроста абсолютно доминируют сосна обыкновенная и береза повислая, что позволяет надеяться на формирование в будущем смешанных насаждений. В то же время подрост на отвалах месторождений хризотил-асбеста произрастает в очень сложных лесорастительных условиях и характеризуется интенсивным отпадом на стадии всходов и мелкого подроста при ограниченном переходе его в средний и крупный. Другими словами, для ускорения процесса естественной биологической рекультивации отвалов необходимо в процессе технического этапа рекультивации наносить на поверхность отвала слой почвогрунта или нетрадиционных удобрений, в частности осадка сточных вод.

Ключевые слова: нарушенные земли, отвалы, естественная рекультивация, подрост, густота, встречаемость

UNDERGROWTH ACCUMULATION ON DUMPS OF CHRYSOTILE-ASBESTOS DEPOSIT

Zaripov Yu.V., Zalesova E.S., Zalesov S.V., Platonov E.P.

Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, e-mail: Zalesov@usfeu.ru

The paper deals with qualitative and quantitative undergrowth indices analysis on the dumps of chrysotile – asbestos deposits. The researches have been based on the method of accounting plots. The latter were laid on the trans sects located at different distances from the slopes of «vostochny dump» three terrace. The whole undergrowth was divided according to species life state and category of size with recalculation of the obtained data per 1 ha. Taking into consideration the specifics of growth conditions in availability of willow the last belonged to the undergrowth without establishing of a kind. Besides, pine viable undergrowth density in terms of large sized at all trans sects undergrowth occurrence was being determined and of the base of data obtained – undergrowth supply economically valuable species in accordance with current regulatory documents. The investigations have shown that undergrowth formation depends on the height of dump terrace in chrysotile asbestos deposits. The undergrowth of Scotch (ordinary) pine (*Pinus sylvestris* L.), silver birch (*Betula pendula* Roth.), aspen (*Populus tremula* L.), willow (*Salix* L.) takes place on all three dump terrace. At the same time Scotch pine and hanging birch are absolutely dominated in the undergrowth, this allows to hope for the formation of mixed plantations in the future. It has been established that the undergrowth on dumps of chrysotile – asbestos deposit growth in difficult forest growing conditions and is characterized by intensive attrition. In other words to speed up the process of dumps natural biologic recultivation it is necessary in the process of recultivation technic stage to apply a layer of soil on the surface of the dump or non-traditional fertilizers or sewage sludge.

Keywords: disturbed soils, dumps, natural recultivation, undergrowth, forest density, occurrence

Добыча полезных ископаемых неразрывно связана с изъятием земель для размещения вскрышных пород, отходов обогащения бедных руд и других отходов производства. Обычно указанные отходы размещаются в отвалах, представляющих собой искусственные сооружения разной высоты. Отвалы имеют одну или несколько террас разных уровней, каждая из которых представляет собой относительно ровную площадку. При этом террасы создаются по мере накопления отходов. Обычно после

завершения складирования отходов выполняется техническая рекультивация, при которой выравниваются террасы разных уровней и снижается крутизна откосов в целях избегания эрозионных процессов.

После завершения технического этапа рекультивации выполняется биологический этап в соответствии с запланированным направлением рекультивации. Поскольку на Урале основной объем земель изымается из лесного фонда, здесь доминирует лесохозяйственное направление рекультивации.

Другими словами, на нарушенных землях создаются условия для выращивания древесной растительности из произрастающих в данной местности видов. В научной литературе имеется значительное количество примеров эффективного выполнения биологического этапа рекультивации нарушенных земель [1–4]. Однако большинство работ анализирует последствия искусственного лесовосстановления на рекультивированных землях, а работ по эффективности естественной рекультивации в научной литературе относительно немного, что и определило направление наших исследований. Нами под термином «естественная биологическая рекультивация» понимается формирование растительности на нарушенных землях после завершения технического этапа рекультивации без вмешательства человека, т.е. естественное зарастание.

Цель работы: изучение эффективности естественной рекультивации отвалов месторождения хризотил-асбеста и разработка на этой основе предложений по ускорению естественного их зарастания.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований служили отвалы на месторождении хризотил-асбеста, расположенные на территории Асбестовского района Свердловской области. Согласно схеме лесорастительного районирования [5], территория района исследований относится к округу сосново-березовых предлесостепных лесов, Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области. При этом в соответствии с лесохозяйственным районированием лесного фонда [6] территория района исследований относится к Средне-Уральскому таежному району.

Основной объем исследований выполнен на трех уровнях (террасах) Восточного отвала Южного рудоуправления открытого акционерного общества «Ураласбест». Указанный отвал имеет протяженность 3,2 км, при максимальной ширине в северной части – 3,2 км, в южной – 1,2 км. Высота первого уровня (яруса) – 45–50, второго – 70–75 и третьего – 105–110 м.

Характеристика подроста устанавливалась на учетных площадках размером 1×1 м, поскольку на исследуемом отвале доминировал мелкий подрост. При этом на каждом уровне закладывались трансекты на расстоянии 15, 100, 200 и 300 м от края откоса соответствующего уровня в количестве по 30 шт. Учетные площадки размеща-

лись на трансекте через равные расстояния, что позволяло получить объективные данные о количестве подроста в зависимости от уровня (террасы) отвала и расстояния до его внешнего откоса.

В процессе исследований весь подрост на учетных площадках распределялся по видам, жизненному состоянию и категориям крупности [7, 8]. Дополнительно рассчитывалась встречаемость подроста, как показатель, объективно характеризующий размещение подроста по площади [9, 10].

В камеральных условиях рассчитывались средние показатели количества жизнеспособного подроста в пересчете на крупный и устанавливалась обеспеченность подростом в соответствии с действующими нормативными документами.

Полученные данные, а также материалы предыдущих исследований [11–13] позволили дать предложения по ускорению процессов естественной рекультивации отвалов хризотил-асбеста.

Результаты исследования и их обсуждение

Обследование отвала, подлежащего рекультивации, показало, что он имеет устойчивое состояние и представлен обломками перидотитов (45%), серпентинитов (40%), дунитов (7%), габбро (5%) и диоритов (1%). Доля глинистых пород при этом не превышает 2%. Содержимое отвала характеризуется кусковой структурой. На куски размером менее 5 см приходится 25%, 6–10 см – 31%, 11–20 см – 28%, 21–50 см – 6% и более 50 см – 11% объема отвала.

Отсутствие или, точнее, минимальное содержание в отвалах серы, фтора, свинца, меди, цинка, бора и селена свидетельствует, что отвал не представляет экологической опасности в плане загрязнения грунтовых вод.

Особо следует отметить, что кусковая структура отвала и практически полное отсутствие элементов питания растений, прежде всего азота, создают экстремальные условия для естественной рекультивации отвала. Летние осадки и влага, полученная при таянии снега, легко просачиваются в нижние горизонты отвала и становятся недоступными для растений. Последнее приводит к иссушению верхних горизонтов отвала, гибели всходов и подроста. Кроме того, комковая структура субстрата отвала не обеспечивает формирование стержневого корня у сосны обыкновенной и способствует формированию поверхностной корневой системы (рисунк).



Поверхностная корневая система
у подростка сосны на отвале
месторождения хризотил-асбеста

В то же время отсутствие плодородного слоя на поверхности отвала исключает развитие живого напочвенного покрова и задержание почвы, создавая тем самым благоприятные условия для налета семян древесных растений и их прорастания. Последнее подтверждается данными о густоте подростка на всех уровнях отвала (табл. 1).

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что на отвале месторождения хризотил-асбеста имеет место подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth.), осины (*Populus tremula* L.) и ивы (*Salix* L.). При этом абсолютно доминируют в составе жизнеспособного подростка сосна обыкновенная и береза повислая.

Таблица 1

Характеристика жизнеспособного подростка на различных уровнях отвала
месторождения хризотил-асбеста

Расстояние от откоса отвала, м	Состав подроста	Количество подростка по категориям крупности, шт/га					Встречае- мость, %
		мелкий	средний	крупный	итого	в пересчете на крупный	
1	2	3	4	5	6	7	9
Терраса первого уровня, высота 45–50 м							
15	5,9С	10000	1667	0	11667	6334	50
	3,9Б	4000	2667	0	6667	4134	50
	0,2Ив	0	333	0	333	266	3
100	6,8Б	14667	7333	0	22000	13200	77
	2,9С	3000	4333	667	8000	5633	47
	0,3Ос	667	333	0	1000	600	7
200	6,5Б	16000	4000	333	20333	11533	67
	2,4С	3333	3333	0	6666	4333	53
	1,1Ос	0	2333	0	2333	1866	13
300	4,6Б	6000	3667	1667	11334	7601	53
	3,7С	7000	2667	333	10000	5967	67
	1,7Ос	4000	1000	0	5000	2800	33
Терраса второго уровня, высота 70–75 м							
15	5,0С	13000	667	0	13667	7034	73
	4,7Б	12000	0	667	12667	6667	53
	0,3Ив	1000	0	0	1000	500	10
100	4,8Б	9000	1333	333	10666	5899	63
	4,0С	4667	2333	667	7667	4867	47
	1,2Ос	2000	667	0	2667	1534	20
200	5,8С	31333	1333	4000	36666	20733	63
	4,0Б	17667	5333	1000	24000	14100	86
	0,1Ос	0	333	0	333	266	3
	0,1Ив	0	333	0	333	266	3
Терраса третьего уровня, высота 105–110 м							
15	5,2Б	5333	1333	333	6999	4066	43
	4,8С	4667	1333	333	6333	3733	63
100	5,4С	9333	4000	0	13333	7867	73
	4,2Б	3000	5000	667	8667	6167	40
	0,3Ос	333	333	0	666	433	7
	0,1Ив	333	0	0	333	167	3
200	6,2С	17333	667	333	18333	9533	77
	3,5Б	667	3667	2000	6334	5267	40
	0,2Ос	0	0	333	333	333	3
	0,1ив	333	0	0	333	167	3

Таблица 2

Распределение погибшего (нежизнеспособного) подроста на отвале хризотил-асбеста

Расстояние от откоса отвала, м	Состав подроста	Количество подроста по категориям крупности, шт/га				Встречаемость, %
		мелкий	средний	итого	в пересчете на крупный	
Терраса первого уровня, высота 45–50 м						
15	10,0С	9333	0	9333	4667	50
100	10,0С	7000	1000	8000	4300	57
200	9,0С	8667	333	9000	4600	60
	1,0Ос	0	1000	1000	800	10
300	0,3Б	333	0	333	167	3
	9,4С	9000	1000	10000	5300	50
	0,2Ив	0	333	333	266	3
Терраса второго уровня, высота 70–75 м						
15	8,6С	1667	333	2000	1100	20
	1,4Б	333	0	333	167	3
100	10,0С	15000	667	15667	8034	90
200	9,4С	22333	0	22333	11167	67
	0,4Б	1000	0	1000	500	10
	0,2Ос	333	0	333	167	3
Терраса третьего уровня, высота 105–110 м						
15	10,0С	5000	0	5000	2500	37
100	10,0С	6000	0	6000	3000	37
200	9,3С	8667	0	8667	4334	50
	0,7Б	0	667	667	534	6

Согласно действующему нормативному документу [8], естественное лесовосстановление путем сохранения подроста и ухода за ним планируется при наличии более 4,0 тыс. шт/га подроста сосны обыкновенной. Выполненные исследования показали, что на террасах всех трех уровней количество жизнеспособного подроста сосны значительно превышает нормативный показатель, а следовательно, другие способы лесовосстановления на отвале планировать нецелесообразно.

В соответствии с показателями встречаемости [8] подрост считается равномерным при встречаемости более 65 %, неравномерным – 40–65 % и групповым, когда он размещен группами не менее 10 шт. мелких или 5 шт. средних и крупных экземпляров. Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют, что подрост сосны характеризуется как равномерным, так и неравномерным размещением.

Жесткие лесорастительные условия обусловили интенсивный отпад подроста на всех уровнях отвала (табл. 2).

В соответствии с данными табл. 2 отпад подроста происходит за счет мелких и средних экземпляров преимущественно сосны обыкновенной на всех террасах. Среди нежизнеспособных нет крупных экземпляров, поскольку, как отмечено ранее, отпад происходит на стадии мелкого и среднего подроста.

Если сравнить данные о количестве подроста в пересчете на крупный из табл. 1 с данными о необходимом количестве подроста главной породы высотой более 1 м для перевода участка в покрытую лесной растительностью площадь [8], то все террасы отвала уже можно отнести к последней. Однако указанное не соответствует действительности. Несмотря на то, что отсыпка отвала была завершена в 1979 г., подрост представлен преимущественно мелкими экземплярами. Другими словами, зарастание отвала древесной растительностью растнуто во времени. Абсолютное большинство подроста отмирает до перехода его в крупный, а на смену приходит подрост новой генерации. Последнее вызывает необходимость содействия лесовосстановлению. Последнее, в частности, может быть достигнуто засыпкой поверхности отвала слоем почвогрунта при технической рекультивации или размещением на его поверхности осадка сточных вод ближайшего города Асбеста. Опыты по нанесению на поверхность отвала слоя осадка сточных вод показали прекрасные результаты [11, 12]. Последнее объясняется тем, что осадки сточных вод содержат большое количество азота, а также другие элементы, необходимые для растений. Кроме того, осадок сточных вод выполняет роль мульчи, удерживая влагу в верхнем горизонте отвала.

Выводы

1. Основным направлением рекультивации нарушенных земель на Урале является лесохозяйственное.
2. Лесовосстановление на отвалах месторождений хризотил-асбеста может быть обеспечено естественным путем за счет налета семян от стен леса.
3. Основными древесными породами на отвалах месторождений хризотил-асбеста в районе исследований являются сосна обыкновенная и береза повислая.
4. Количество жизнеспособного подраста сосны обыкновенной в пересчете на крупный вполне достаточно для перевода обследованного отвала в покрытую лесной растительностью площадь. Однако жесткие лесорастительные условия приводят к гибели подраста на стадиях мелкого и среднего.
5. В целях ускорения естественной рекультивации отвалов на террасы всех уровней следует наносить слой почвогрунта или осадка сточных вод г. Асбеста при выполнении технического этапа рекультивации. Последнее обеспечит формирование на отвалах смешанных сосново-березовых насаждений, не прибегая к искусственному лесовосстановлению.

Список литературы / References

1. Залесов С.В., Залесова Е.С., Зверев А.А., Оплетаев А.С., Терин А.А. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС // ИВУЗ. Лесной журнал. 2013. № 2. С. 66–73.
2. Залесов С.В., Залесова Е.С., Зверев А.А., Оплетаев А.С., Терин А.А. Formation of artificial plantations on the ash dump of Refinskaya GRES // IVUZ. Lesnoy Zhurnal. 2013. № 2. P. 66–73 (in Russian).
3. Саранчук А.П. Опыт закрепления нарушенных земель путем создания лесных культур на отвалах Лучегорского угольного разреза Приморского края // Леса и лесное хозяйство в современных условиях. Материалы Всерос. конф. с междунар. участием. Хабаровск: Изд-во ФГУ «ДальНИИЛХ», 2011. С. 136–139.
4. Saranchuk A.P. Experience of consolidation of disturbed lands by creating forest crops on the dumps of the Luchegorsk coal mine of Primorsky Krai // Lеса i lesnoye khozyaystvo v sovremennykh usloviyakh. Materialy Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiyem. Khabarovsk: Izd-vo FGU «Dal'NIILKH», 2011. P. 136–139 (in Russian).
5. Залесов С.В., Залесова Е.С., Зарипов Ю.В., Оплетаев А.С., Толкач О.В. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 12. С. 63–67. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-12-63-67.
6. Zalesov S.V., Zalesova E.S., Zaripov Yu.V., Opletaev A.S., Tolkach O.V. Recultivation of Damaged Soils on Tantal-Berill Deposit // Ecology and industry of Russia. 2018. Vol. 22. № 12. P. 63–67 (in Russian).
7. Меньшиков Г.И. Некоторые итоги научно-исследовательских работ по рекультивации техногенных земель после разработки месторождений полезных ископаемых // Биологическая рекультивация нарушенных земель: материалы X Всерос. конф. с междунар. участием. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2017. С. 200–206.
8. Menshikov G.I. Some results of research work on the reclamation of man-made lands after the development of mineral deposits // Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel': materialy X Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiyem. Yekaterinburg: Izd-vo UGLTU, 2017. P. 200–206 (in Russian).

zemel': materialy X Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiyem. Yekaterinburg: Izd-vo UGLTU, 2017. P. 200–206 (in Russian).

5. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 177 с.

Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. Forest Conditions and types of forests of Sverdlovsk region. Sverdlovsk: UNTS AN SSSR, 1973. 177 p. (in Russian).

6. Об утверждении перечня лесорастительных зон РФ и Перечня лесных районов РФ: утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 августа 2014 г. № 367 (в ред. Приказа Минприроды России от 23.12.2014 г. № 569). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420248201> (дата обращения: 28.05.2019).

About the approval of the list of forest growing zones of the Russian Federation and the List of forest areas of the Russian Federation: UTV. By order of the Ministry of natural resources and ecology of the Russian Federation of 18 August 2014 No. 367 (as amended by Order Minpriroda Russia from 23.12.2014, No. 569). [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420248201> (date of access: 28.05.2019) (in Russian).

7. Беспаленко О.Н. Лесоводство. Воронеж: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГЛУ», 2018. 140 с.

Bespalenko O.N. Forestry. Voronezh: Izd-vo FGBOU VO «VGLTU», 2018. 140 p. (in Russian).

8. Правила лесовосстановления: утв. Приказом Минприроды России от 25.03.2019 г. № 188. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/554151577> (дата обращения: 28.05.2019).

Reforestation rules: approved by order of the Ministry of Russia from 25.03.2019. No. 188. [Electronic resource]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/554151577> (date of access: 28.05.2019) (in Russian).

9. Мартынов А.Н. К вопросу о связи между численностью и встречаемостью подраста // ИВУЗ. Лесной журнал. 1995. № 2–3. С. 11–15.

Martynov A.N. On the question of the relationship between the number and occurrence of undergrowth // IVUZ. Lesnoy Zhurnal. 1995. № 2–3. P. 11–15 (in Russian).

10. Михеев А.Н. Лесная рекультивация нарушенных земель горных склонов в зоне влияния медеплавильного производства (на примере ЗАО «Карабашмедь»): дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2013. 182 с.

Mikheev A.N. Forest reclamation of disturbed lands of mountain slopes in the zone of influence of copper-smelting production (on the example of «Karabashmed»): dis. ... kand. of agricultural sciences. Ekaterinburg, 2013. 182 p. (in Russian).

11. Залесов С.В., Зарипов Ю.В., Фролова Е.А. Анализ состояния подраста березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на отвалах месторождений хризотил-асбеста по показателю флуктуирующей асимметрии // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2017. № 1 (46). С. 71–77.

Zalesov S.V., Zaripov Yu.V., Frolova E.A. The analysis of the state of the undergrowth of birch (*pendula* Roth *Betula*.) on the dumps of deposits of chrysotile asbestos in terms of fluctuating asymmetry // Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova. 2017. № 1 (46). P. 71–77 (in Russian).

12. Зарипов Ю.В., Залесов С.В., Залесова Е.С., Крюк В.И., Фрейберг И.А. Опыт рекультивации отвалов хризотил-асбеста // Биологическая рекультивация нарушенных земель: материалы X Всерос. конф. с междунар. участием. Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2017. С. 124–131.

Zaripov Yu.V., Zalesov S.V., Zalesova E.S., Kruk V.I., Freiberg I.A. The experience of recultivation of dumps of chrysotile-asbestos // Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel': materialy X Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiyem. Yekaterinburg: Izd-vo UGLTU, 2017. P. 124–131 (in Russian).

13. Меньшиков Г.И. Итоги экспериментальных работ по технологии рекультивации нарушенных земель // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы X Всерос. конф. с междунар. участием. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2012. С. 166–172.

Menshikov G.I. The Results of experimental work on the technology of reclamation of disturbed lands // Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel': materialy X Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiyem. Yekaterinburg: Izd-vo UGLTU, 2012. P. 166–172 (in Russian).