

Формирование растительности на нарушенных землях горных склонов в зоне влияния медеплавильного производства

С.В. Залесов, д.с.-х.н., профессор,
А.Н. Михеев, аспирант,
Е.С. Залесова, соискатель, Уральский ГТУ

Мировой и отечественный опыт свидетельствует, что в результате добычи и переработки минерального сырья наблюдаются максимальные по площади нарушения природных ландшафтов. Особенно чётко негативные последствия просматриваются в районах, подверженных хроническому воздействию промышленных поллютантов, что характерно для Уральского региона. По данным В.В. Страхова [1], плотность аэропромвыбросов на 1 км² в Уральском экономическом районе Российской Федерации достигает 12,2 т.

Специфика токсического эффекта выбросов медеплавильного производства заключается в совместном действии тяжёлых металлов и сернистого ангидрида. Последний, подкисляя среду, увеличивает подвижность, а следовательно, и биологическую активность ионов металлов, приводит к резкому усилению их токсического воздействия на биоту [2–4].

Материалы и методы. Исследования проводили вблизи г. Карабаша Челябинской обл. на территории, прилегающей к крупному медеплавильному предприятию ЗАО «Карабашмедь». По лесорастительному районированию Б.П. Колесникова [5], территория относится к лесной зоне Уральской горно-лесной лесорастительной области.

В результате длительного воздействия промышленных поллютантов медеплавильного производства вокруг него образовалась обширная техногенная пустошь — специфический «лунный» ландшафт, частично переработанный эрозионными процессами, практически лишённый высшей растительности и почвенного покрова. Особенно рельефно последнее прослеживается на склонах горы Лысой (высота 597,2 м над уровнем моря), расположенной в восточной части г. Карабаша, где и проводились исследования.

Цель исследований — изучение естественных демутиационных процессов на нарушенных землях горных склонов. В процессе исследований на склонах восточной и западной экспозиций горы Лысой было заложено по три трансекты в нижней,

1. Характеристика естественного возобновления древесно-кустарниковой растительности на склоне западной экспозиции в зоне действия ЗАО «Карабашмедь»

Вид	Количество экземпляров по группам высот, шт/га				Средняя высота, м	Средний диаметр, см
	до 0,5 м	0,6–1,5 м	выше 1,5 м	Всего		
Подножие западного склона						
Берёза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	$\frac{29}{5,2}$	$\frac{136}{24,2}$	$\frac{397}{70,6}$	$\frac{562}{100}$	2,7±0,06	2,1±0,05
Ива козья (<i>Salix caprea</i> L.)	$\frac{8}{18,7}$	$\frac{29}{67,4}$	$\frac{6}{13,9}$	$\frac{43}{100}$	0,9±0,22	1,5±0,21
Осина, или тополь дрожащий (<i>Populus tremula</i> L.)	$\frac{18}{27,6}$	$\frac{43}{66,1}$	$\frac{4}{6,3}$	$\frac{65}{100}$	0,8±0,18	1,1±0,13
Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i> L.)	$\frac{9}{18,3}$	$\frac{32}{65,3}$	$\frac{8}{16,4}$	$\frac{49}{100}$	1,1±0,21	1,2±0,19
Ракитник русский (<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> Fisch. Ex Woloszcz)	$\frac{7}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{7}{100}$	0,3	0,7
Средняя часть западного склона						
Берёза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	$\frac{2}{2,7}$	$\frac{26}{33,7}$	$\frac{49}{63,6}$	$\frac{77}{100}$	2,1±0,07	1,4±0,06
Осина, или тополь дрожащий (<i>Populus tremula</i> L.)	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{60,0}$	$\frac{2}{40,0}$	$\frac{5}{100}$	1,4	2,3
Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i> L.)	$\frac{1}{7,8}$	$\frac{5}{38,4}$	$\frac{7}{53,8}$	$\frac{13}{100}$	1,6	1,5
Ракитник русский (<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> Fisch. Ex Woloszcz)	$\frac{10}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{10}{100}$	0,40	0,7
Верхняя часть западного склона						
Берёза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	$\frac{0}{0}$	$\frac{19}{47,5}$	$\frac{21}{52,5}$	$\frac{40}{100}$	1,9±0,09	1,5±0,06
Осина, или тополь дрожащий (<i>Populus tremula</i> L.)	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{100}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{4}{100}$	0,7	1,3
Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i> L.)	$\frac{1}{20,0}$	$\frac{3}{60,0}$	$\frac{1}{20,0}$	$\frac{5}{100}$	1,1	1,4

2. Характеристика естественного возобновления древесно-кустарниковой растительности на склоне восточной экспозиции в зоне действия ЗАО «Карабашмедь»

Вид	Количество экземпляров по группам высот, шт/га/%				Средняя высота, м	Средний диаметр, см
	до 0,5 м	0,6–1,5 м	выше 1,5 м	Всего		
Подножие западного склона						
Берёза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	$\frac{45}{7,3}$	$\frac{92}{15,1}$	$\frac{473}{77,6}$	$\frac{610}{100}$	4,5±0,30	5,2±0,11
Ива козья (<i>Salix caprea</i> L.)	$\frac{9}{25,0}$	$\frac{25}{69,4}$	$\frac{2}{5,6}$	$\frac{36}{100}$	1,4 ±0,22	2,3±0,21
Осина, или тополь дрожащий (<i>Populus tremula</i> L.)	$\frac{26}{32,9}$	$\frac{36}{45,6}$	$\frac{17}{21,6}$	$\frac{79}{100}$	1,2±0,18	1,9±0,13
Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i> L.)	$\frac{10}{31,2}$	$\frac{15}{46,8}$	$\frac{7}{22,0}$	$\frac{32}{100}$	1,1±0,21	1,3±0,19
Ракитник русский (<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> Fisch. ex Woloszcz)	$\frac{6}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{6}{100}$	0,36	0,9
Средняя часть западного склона						
Берёза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	$\frac{81}{22,8}$	$\frac{99}{27,9}$	$\frac{174}{49,3}$	$\frac{354}{100}$	4,2±0,20	4,6±0,18
Ива козья (<i>Salix caprea</i> L.)	$\frac{0}{0}$	$\frac{2}{40,0}$	$\frac{3}{60,0}$	$\frac{5}{100}$	1,5	2,5
Осина, или тополь дрожащий (<i>Populus tremula</i> L.)	$\frac{15}{19,5}$	$\frac{17}{20,1}$	$\frac{45}{39,6}$	$\frac{77}{100}$	1,6	2,0
Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i> L.)	$\frac{10}{40}$	$\frac{15}{60,0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{25}{100}$	1,3	1,5
Яблоня домашняя (<i>Malus domestica</i> Borkh.)	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{100}$	$\frac{3}{100}$	4,1	9,3
Верхняя часть западного склона						
Ракитник русский (<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> Fisch. ex Woloszcz)	$\frac{0}{0}$	$\frac{8}{90,0}$	$\frac{1}{10,0}$	$\frac{9}{100}$	0,45	0,7
Берёза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth.)	$\frac{26}{14,6}$	$\frac{52}{29,2}$	$\frac{100}{65,2}$	$\frac{178}{100}$	2,1±0,15	1,6±0,10
Осина, или тополь дрожащий (<i>Populus tremula</i> L.)	$\frac{0}{0}$	$\frac{4}{57,1}$	$\frac{3}{42,9}$	$\frac{7}{100}$	0,6	1,4
Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i> L.)	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{100}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3}{100}$	1,5	2,0

средней и верхней частях склонов. На данных трансектах были заложены пробные площади (ПП) размером 50×50 м через каждые 20 м для изучения древесно-кустарниковой растительности и учётные площадки размером 0,5×0,5 м через каждые 5 м. Таксационную характеристику древесной, кустарниковой и травянистой растительности определяли в соответствии с общепринятыми методиками [6].

Результаты исследований. Материалы исследований показали, что на всех заложённых ПП значительного разнообразия древесно-кустарниковой растительности не наблюдается. Всего зафиксировано четыре вида древесных и один вид кустарниковых растений. При этом по густоте и встречаемости среди древесных видов доминирует берёза повислая (*Betula penolula* Roth.). Помимо указанной древесной породы на исследуемой территории зафиксированы осина (*Populus tremula* L.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.) и ива козья (*Salix caprea* L.). Кустарники представлены ракитником русским (*Chamaecytisus ruthenicus* Fisch. ex Woloszcz.).

Древесные сообщества на исследуемых склонах встречаются чаще всего группами. С увеличением

высотных отметок густота и встречаемость древесной растительности снижается. Последнее характерно как для склонов западной, так и восточной экспозиций (табл. 1, 2).

Материалы таблиц свидетельствуют, что наиболее успешно зарастают древесной растительностью нижние части склонов. При этом склоны восточной экспозиции на всех градиентах высот характеризуются лучшими таксационными показателями формирующихся древостоев, чем западные. Последнее объясняется тем, что склоны западной экспозиции являются наветренными и расположены под прямым воздействием промышленных поллютантов.

Особо следует отметить, что на всех трансектах доминируют крупные экземпляры подроста. Последнее свидетельствует о его постепенном накоплении, а следовательно, о возможности формирования в будущем лесных насаждений. Абсолютным доминантом в составе подроста является берёза, что свидетельствует о её наибольшей, по сравнению с другими видами, устойчивости против воздействия промышленных поллютантов. Однако густота экземпляров берёзы у подножия

3. Встречаемость и обилие видов живого напочвенного покрова на склонах различной экспозиции

Вид	Западный склон		Восточный склон	
	встречаемость, %	обилие, по Друде	встречаемость, %	обилие, по Друде
Осот полевой (<i>Sonchu sarvensis</i> L. subsp. <i>Arvensis</i>)	3,5	Sol	2,3	Sol
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> L.)	11,7	Sp	23,5	Sp
Кровохлёбка лекарственная (<i>Sanguisorba officinalis</i> L.)	8,2	Sol	12,8	Sol
Паслён сладко-горький (<i>Solanum dulcamara</i> L.)	5,8	Sol	8,5	Sol
Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i> Mill.)	1,1	Un	—	—
Вика, мышиный горошек (<i>Vicia cracca</i> L.)	8,2	Sol	12,8	Sol
Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.)	2,3	Sol	4,2	Sol
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	4,7	Sol	7,1	Sol
Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion Seguer angustifolium</i> (L.) Scop.)	2,3	Sol	4,2	Sol
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)	23,5	Sol	27,1	Sol
Цикорий обыкновенный (<i>Cichorium intybus</i> L.)	1,1	Sol	2,8	Sol
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.)	1,1	Sol	4,2	Sol
Горец змеиный (<i>Bistorta Scop. Officinalis Delarbre</i>)	1,1	Sol	1,4	Sol
Качим уральский (<i>Gypsophila uralensis</i> Less.)	49,4	Cop1	60,0	Cop1
Мордовник русский (<i>Echinops ruthenicus</i> Bieb.)	4,7	Sol	7,1	Sp
Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L. subsp. <i>Arvense</i>)	1,1	Un	1,4	Sol
Щетинник зелёный (<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.)	1,1	Sol	1,4	Sol
Купена лекарственная (<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.)	1,1	Sol	1,4	Un
Лук прямой (<i>Alliaceae Agardh strictum</i> Schrad.)	1,1	Sol	4,2	Sol
Бурачок извилистый (<i>Alyssum tortuosum</i> Waldst. et Kit. Ex Willd.)	1,1	Un	1,4	Sol
Тмин обыкновенный (<i>Carum carvi</i> L.)	2,3	Sol	1,4	Sol
Василисник малый (<i>Thalictrum minus</i> L. subsp. <i>Minus</i>)	1,1	Un	1,4	Un
Осока боровая (<i>Carex brunescens</i> (Pers.) Poir.)	1,1	Sol	2,8	Sol
Минуарция весенняя (<i>Minuartia verna</i> (L.) Hierh.)	2,3	Un	1,4	Un
Козелец гладкий (<i>Scorzonera glabra</i> Rupr.)	35,2	Cop1	51,4	Cop1
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L.)	1,1	Sol	2,3	Sol
Молочай Сегье (<i>Euphorbia seguieriana</i> Neck.)	2,3	Sol	—	—
Вейник наземный (<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.)	17,6	Sp	18,5	Sp
Полынь горькая (<i>Arnemisia absinthium</i> L.)	7,0	Sol	8,5	Sol

в два раза превышает таковую в средней и в три раза — в верхней части склона. На склоне западной экспозиции различия в густоте ещё более существенны. Так, в средней части склона количество экземпляров берёзы в 7,3, а в верхней части в 14,1 раза меньше, чем у подножия. Отмеченное обстоятельство позволяет говорить о возможности естественной рекультивации нарушенных земель только в нижней части склонов. На верхней и средней частях склонов, особенно западной экспозиции, сформировать насаждения, не прибегая к искусственной рекультивации, практически невозможно.

При изучении возможностей естественной рекультивации нарушенных земель нельзя оставить без внимания накопление травянистой растительности и формирование живого напочвенного покрова. Наши исследования показали, что последний формируется на нарушенных землях горных склонов пятнами, не образуя сплошного покрова. Чаще всего образуются одновидовые популяции кровохлёбки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.), качима уральского (*Gypsophila uralensis* Less.), козельца гладкого (*Scorzonera glabra* Rupr.). При этом только качим уральский, кровохлёбка лекарственная и вейник наземный (*Calamagrostis*

epigeios L.) распространены практически на всех градиентах высот (табл. 3).

По данным таблицы 3, встречаемость видов живого напочвенного покрова (ЖНП) на склонах восточной экспозиции превышает таковую на склонах западной экспозиции.

Максимальным разнообразием характеризуется ЖНП на средней части склона. Однако видовой состав ЖНП беден и не превышает 29 видов, относящихся к 19 семействам.

Особо следует отметить, что в составе ЖНП зафиксированы виды каменистых местообитаний — петрофиты. Такие эколого-биологические свойства петрофитов, как исключительная выносливость, способность прорастать и поддерживать жизнедеятельность в крайне неблагоприятном режиме экологических факторов, обеспечивают им возможность произрастать в экстремальных условиях. Петрофиты являются пионерами в освоении горных склонов и создают условия для появления других видов. Доля петрофитов в ЖНП достигает 13,8%. К ним относятся бурачок извилистый (*Alyssum tortuosum* Waldst. et kit. Ex Willd), качим уральский (*Gypsophila uralensis* Less.), минуарция весенняя (*Minuartia verna* (L.) Hierh), козлец гладкий (*Scorzonera glabra* Rupr.).

При этом качим уральский, минуарция весенняя, козелец гладкий также относятся к редким видам, занесённым в Красную книгу Челябинской области.

Выводы. 1. Формирование растительности на нарушенных землях горных склонов в зоне влияния медеплавильного производства ЗАО «Карабашмедь» протекает крайне медленно. По мере поднятия вверх по склону процесс естественного зарастания замедляется.

2. Склоны восточной экспозиции зарастают успешнее, чем западные.

3. Из древесных видов наиболее устойчивыми можно считать берёзу повислую, а из травянистых – кровохлёбку лекарственную, качим уральский, козелец гладкий.

4. Естественную рекультивацию нарушенных земель можно рекомендовать только у подножия склонов. В средней и верхней частях склонов должна проектироваться искусственная рекультивация.

5. При рекультивации нарушенных земель необходимо учитывать наличие видов ЖНП, занесённых в Красную книгу Челябинской области.

Литература

1. Страхов В.В. Состояние лесных ресурсов европейско-уральской части России // Леса Русской равнины. М., 1993. С. 201–208.
2. Бачурина А.В., Залесов С.В. Изменение биологической активности лесных почв под влиянием аэропромвыбросов в сосняках и березняках разнотравно-злаковых // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 1 (17). С. 56–57.
3. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. 280 с.
4. Михеев А.Н., Залесов С.В. Опыт лесной рекультивации в районе медеплавильного завода ЗАО «Карабашмедь» // Аграрный вестник Урала. 2013. № 4 (110). С. 44–45.
5. Колесников Б.П. Леса Челябинской области // Леса СССР. М., 1969. Т. 4. С. 125–157.
6. Залесов С.В., Зотеева Е.А., Магасумова А.Г. и др. Основы фитомониторинга: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. 76 с.