

Формирование растительности на техногенных отвалах бывшего горного производства «Туваасбест» (Республика Тыва, Россия)

Vegetation formation on man-made dumps of the former mining industry «Tuvaasbest» (Republic of Tyva, Russia)

Самдан А. М.

Samdan A. M.

Тувинский государственный университет, г. Кызыл, Россия. E-mail: andrejsamdan@yandex.ru
Tuva State University, Kyzyl, Russia

Реферат. Целью работы являлось изучение формирования растительного покрова на асбестовых отвалах горно-обогатительного комбината «Туваасбест» (Республика Тыва) и выделение стадий самозарастания. Состав видов растений, поселяющихся на техногенных экотопах составляют наиболее распространенные виды окружающих фоновых фитоценозов. Оптимальными экологическими условиями являются отвалы с ровными террасовидными площадками, на которых формируются фитоценозы с древесными растениями. На старовозрастных отвалах (30–35 лет) формируются группово-зарослевые и сложные сообщества.

Ключевые слова. Асбестовые отвалы, ГОК «Туваасбест», сукцессия, Тыва, формирование растительности.

Summary. The purpose of the work was to study the formation of vegetation cover on asbestos dumps of the «Tuvaasbest» mining industry (Republic of Tyva) and to identify the stages of self-growth. The composition of plant species that settle on the technogenic ecotopes consists of the most common types of surrounding background phytocenoses. Optimal environmental conditions are dumps with flat terraced areas on which phytocenoses with woody plants are formed. On old-age dumps (30–35 years old), group-thicket and complex communities are formed.

Key words. Asbestos dumps, mining industry «Tuvaasbest», succession, Tyva, vegetation formation.

В результате добычи полезных ископаемых происходят значительные изменения в структуре литогенной основы, и природный ландшафт модифицируется в природно-техногенный или чисто техногенный (Манакон, 2012). В Республике Тыва такие ландшафты сформированы на месте угольных карьеров, полиметаллических и асбестовых месторождений.

Тыва является одним из регионов России с асбестоносным месторождением. Активная промышленная добыча асбеста в республике производилась в городе Ак-Довурак, которая началась в 1964 г. Со снижением объема производства в 2012 г. деятельность горно-обогатительного предприятия была приостановлена.

При разработке и добыче полезных ископаемых отчуждаются большие площади земельных угодий, где образуются техногенные отвалы. Всего под отвалами бывшего ГОК «Туваасбест» занята площадь приблизительно в 6780 км². В связи с этим актуальным становится изучение процессов восстановления растительности на нарушенных промышленных землях.

Проблемы чрезвычайной токсичности асбеста и асбестосодержащих материалов, а также вопросы применения методов фитостабилизации и биоремедиации при обращении с опасными асбестовыми отходами отражены в тематических исследованиях, проведенных в Австралии, островах Кука, Пенсильвании (США). Их результаты обсуждены в обширной статье коллектива иностранных ученых (Wallis et al., 2020). Формирование растительности техногенных отвалов в условиях асбестовых месторождений достаточно полно изучено на Среднем Урале – в крупнейшем в мире Баженовском месторождении, расположенном в лесной зоне (Тарчевский, Зайцева, 1964; Залесов и др., 2017; Лукина и др., 2017). Обзор современного состояния исследований естественного восстановления наземных экосистем после прекращения промышленного загрязнения сделал Е. Л. Воробейчик (2022). Автор обращает

внимание на то, что изучение и обобщение результатов вышеуказанных проблем должно базироваться на знаниях о закономерностях посттехногенной динамики экосистем, проходящей без вмешательства человека.

Исследования самовосстановления растительности на отвалах бывшего горно-обогатительного комбината «Туваасбест» проводятся впервые.

По геоботаническому районированию территория относится к Хемчикскому сухостепному округу Тувинской котловинной степной провинции (Растительный покров..., 1985). Здесь характерным и господствующим типом растительного покрова являются степи, в пойме долины р. Хемчик представлены разнотравно-злаковые (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Calamagrostis macilenta* (Griseb.) Litv., *Medicago falcata* L., *Artemisia glauca* Pall. ex Willd., *Galatella hauptii* (Ledeb.) Lindl.), низинно-пойменные осоковые (*Carex cespitosa* L.), полевицевые (*Agrostis gigantea* Roth) и бескильничевые (*Puccinellia tenuiflora* (Griseb.) Scribn. et Merr.) луга, а также прирусловые парковые тополевы (*Populus laurifolia* Ledeb.) леса и ивовые (*Salix viminalis* L., *S. dasyclados* Wimm., *S. coesia* Vill.) заросли. В притеррасных понижениях сформированы чиевники (*Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski) с участием караганы колючей (*Caragana spinosa* DC.), которые перемежаются чиевыми солонцеватыми степями.

Непосредственно территория горно-обогатительного комбината занимает внутрикотловинный среднегорный останец Кара-Даш, расположенный между поймой рек Хемчик и Эдегей. Растительный покров фоновых участков останцового массива сложен разными вариантами петрофитно-степных сообществ, такими как полынно-типчачково-карагановая петрофитная степь с общим проективным покрытием до 55 %, количеством видов – 21 и мятликово-плаунковая петрофитная степь с караганой карликовой с общим проективным покрытием не более 40 %, количество видов – 18.

Растительность высоких отвалов и их крутые откосы либо вовсе до сих пор находятся без растительности, либо находятся на начальной стадии сукцессионного развития. На ровных террасовидных промышленных площадках, где проведено частичное выравнивание поверхности в местах скопившегося мелкозема сформировались группировки степных злаков, между кучами складированных отходов, иногда и на них встречаются кустарники мирикарии узколистной и ивы, образуются разреженные заросли тополя лавролистного.

Нами выделены 4 стадии растительных сукцессий в техногенных ландшафтах, образованных из асбестовых отвалов: пионерная, простая, группово-зарослевая, сложная растительные группировки. Стадии зонального фитоценоза на отвалах не обнаружено. В основу диагностических признаков входят проективное покрытие, характер размещения растений, число видов, участие зональных видов. Выделенные критерии имеют универсальный характер и могут быть применимы к большинству отвалов (Куприянов, 2012).

Отдельные массивы отвалов одной из сторон соприкасаются с окрестной степной растительностью и вследствие постоянного заноса семян зарастают без вмешательства человека либо злаковыми растениями, либо видами разнотравья петрофитной экологии.

Пионерные группировки. Из злаков, образующих пионерные группировки, отмечен только мятлик кистевидный (*Poa botryoides* Trin. ex Griseb.), в 1 м² зафиксировано 4 дерновины. Они предпочитают относительно слабонаклоненные (∠ уклона до 20°) формы микрорельефа на склоновых позициях.

Из других растений пионерные группировки образует качим Патрэна (*Gypsophila patrinii* Ser.). Их заросли приурочены к довольно крутым северным и западным склонам с углом уклона более 40° на щебнисто-мелкоземистых грунтах. Также на крутых склонах в южной части отвалов, обращенных в сторону г. Ак-Довурак, рассеянные группировки образует курчавка кустарниковая (*Atraphaxis frutescens* (L.) C. Koch). Чаше они занимают верхнюю часть склонов.

Простые сообщества. На старовозрастных отвалах (30–35 лет) западной части на склонах западной экспозиции с ∠ уклона 35–40° в транзитной позиции формируются мятликово-юнгиево-метельчатополынные (*Poa botryoides* – *Youngia tenuicaulis* – *Artemisia scoparia*) простые ценозы. Травостой очень разреженный, с общим проективным покрытием менее 15 %. По обилию преобладает однолетнее рудеральное растение – полынь метельчатая (*Artemisia scoparia* Waldst. et Kit.), менее обильна – юнгия тонкостебельная (*Youngia tenuicaulis* (Babc. et Stebb.) Czer.), ксеропетрофильное растение каменистых степей и скал. Редко или единично встречаются мятлик кистевидный (*Poa botryoides* Trin. ex Griseb.), качим Патрэна (*Gypsophila patrinii* Ser.).

Группово-зарослевое сообщество. В нижней аккумулятивной части у подножий склонов формируются группово-зарослевые типы сообществ, где появляются более определенные взаимоотношения между растениями, но распространение этих сообществ имеет фрагментарный характер. К таким сообществам мы отнесли качимово-мятlikово-эфедровые (*Gypsophila patrinii* + *Poa botryoides* – *Ephedra* sp.) и мятlikово-терескеново-качимовые (*Poa botryoides* + *Krascheninnikovia ceratoides* + *Gypsophila patrinii*) ценозы.

Вышеуказанные локально-фрагментарные сообщества чаще предпочитают мелкоземисто-щебнистые субстраты между крупными валунами, конфигурация растительного контура соответствует грунту с благоприятными для них эдафическими условиями. Виды, участвующие в сложении ценозов, являются представителями окрестных петрофитных степей.

Сложные сообщества. Оптимальные экологические условия (увлажнение, накопление мелкозема) наблюдаются на отвалах с относительно ровными террасовидными площадками. Обычно на них имеются холмики из пустых пород разных размеров, равномерно насыпанных по всему периметру площадки. Здесь формируются фитоценозы с древесными растениями. Основу древесного яруса образует тополь лавролистный (*Populus laurifolia* Ledeb.) с сомкнутостью крон 0,1–0,2, средняя высота – 6 м, возраст тополей примерно 25–30 лет. Сильно разреженный кустарниковый ярус состоит из ивы Ледебура (*Salix ledebouriana* Trautv.), облепихи (*Hippophaë rhamnoides* L.), мирикарии длиннолистной (*Myricaria longifolia* (Willd.) Ehrenb.).

Травяно-кустарничковый ярус неравномерный, фрагментированный, представлен из мятлика кистевидного, ковыля Крылова, эфедры хвощевидной, качима Патрэна, схизонепеты однолетней, солянки холмовой.

Интересным является, то, что в сингенезе этих сообществ участвуют древесные виды – тополь лавролистный и вышеперечисленные кустарники – представители серий пойменного экологического ряда, характерные для долин рек степных котловин.

Общую схему сингенеза растительности асбестовых отвалов можно представить следующим образом (рис. 1).



Рис. 1. Стадии формирования растительности на асбестовых отвалах:

1 – пионерные группировки: мятlikовые (*Poa botryoides*), качимовые (*Gypsophila patrinii*), курчавковые (*Atraphaxis frutescens*);

2 – простые сообщества: мятlikово-юнгиево-полынные (*Poa botryoides* + *Youngia tenuicaulis* + *Artemisia scoparia*);

3 – группово-зарослевые сообщества: качимово-мятlikово-эфедровые (*Gypsophila patrinii* + *Poa botryoides* – *Ephedra* sp.), мятlikово-терескеново-качимовые (*Poa botryoides* + *Krascheninnikovia ceratoides* + *Gypsophila patrinii*);

4 – сложные сообщества: качимово-мятlikовый мирикариево-ивовый тополевый лес (*Gypsophila patrinii* + *Poa botryoides* – *Myricaria longifolia* + *Salix ledebouriana* – *Populus laurifolia*).

Таким образом, асбестовые отвалы бывшего горного предприятия «Туваасбест» обладают широким спектром экологических условий и потенциально пригодны для поселения растений. Состав видов растений, поселяющихся на техногенных экотопах, составляют наиболее распространенные виды окружающих фоновых степных фитоценозов. Склоны с большим углом уклона и сцементированная корка находятся не заселенными растениями, представляя стерильные экотопы. В сингенезе активными видами являются мятлик кистевидный, качим Патрэна. В целом техногенные отвалы месторождений хризотил-асбеста Тувы являются инертной эдафической средой для произрастания растений с крайне бедным субстратом. Скорость сингенетических сукцессий (самозарастания) в меньшей мере зависит от календарного возраста отвалов, а в большей от местных экологических условий, которые складываются на отдельных участках отвалов.

ЛИТЕРАТУРА

- Воробейчик Е. Л.** Естественное восстановление наземных экосистем после прекращения промышленного загрязнения. 1. Обзор современного состояния исследований // Экология, 2022. – № 1. – С. 3–41.
- Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Залесова Е. С.** Естественная рекультивация отвала вскрышных пород и отходов обогащения асбестовой руды // Аграрный вестник Урала, 2017. – № 3(157). – С. 35–38.
- Куприянов А. Н.** Кузбасский ботанический сад Института экологии человека СО РАН // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: мат-лы III Междунар. конф. (Кемерово, 18–19 сентября 2012 г.). – Кемерово, 2012. – С. 32–36.
- Лукина Н. В., Глазырина М. А., Филимонова Е. И., Чибрик Т. С., Шаповалова Х. И.** Формирование растительности на отвалах баженовского месторождения хризотил-асбеста // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2017. – № 19(2–2). – С. 294–299.
- Манаков Ю. А.** Восстановление растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса: автореф. ... доктора биологических наук. – Новосибирск, 2012. – 42 с.
- Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР* / А. В. Куминова, В. П. Седельников, Ю. М. Маскаев [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1985. – 256 с.
- Тарчевский В. В., Зайцева Л. К.** Особенности развития растений на асбестовых отвалах // Растения и промышленная среда: сборник научных работ кафедры ботаники / Урал. гос. ун-т им. А. М. Горького. – Свердловск: УрГУ, 1964. – С. 198–208.
- Wallis S. L., Emmett E. A., Hardy R., Casper B. B., Blanchon D. J., Testa J. R., Menges C. W., Gonneau C., Jerolmack D. J., Seiphoori A., Steinhorn G. and Berry T-A.** Challenging Global Waste Management – Bioremediation to Detoxify Asbestos // Front. Environ. Sci., 2020. – Vol. 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00020>