

УДК 622.85:622.882:622.271.45

Ю.П. Юронен, к.т.н. (ФГБУ ВПО «Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнёва», г. Красноярск)  
И.В. Зеньков, д.т.н. (СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, г. Красноярск)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ НА ОТРАБОТАННОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГОРСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

В РФ Черногорское каменноугольное месторождение разрабатывается в Хакасии с 1956 г. К настоящему времени площадь земель, нарушенных открытыми горными работами, составляет 3200 га. Климат в районе разработки резко континентальный, с сухим жарким летом и холодной малоснежной зимой, при этом среднегодовое количество осадков составляет от 300 до 700 мм в год. В состав горных пород, покрывающих угольные пласты Черногорского месторождения, входят песчаники, алевролиты, углистые аргиллиты, которые в свою очередь перекрываются чехлом четвертичных отложений. Продуктивные почвенные слои, пригодные для рекультивации нарушенных земель, представлены каштановыми карбонатными тяжело- и среднесуглинистыми почвами, черноземами южными. Средняя мощность продуктивного почвенного слоя не превышает 20 см. Подстилающие потенциально плодородные породы представлены четвертичными отложениями (суглинки, супеси, глины и т.п.) мощностью от 0,5 до 3 м.

Территория нарушенных земель при ведении открытых горных работ на Черногорском месторождении представляет собой действующую карьерную выемку Г-образной формы. Система разработки месторождения однобортовая сплошная с размещением вскрышных пород во внешних и внутренних отвалах. Результаты мониторинга говорят о том, что площадь нарушенных земель за 25 лет увеличилась с 2061 га до 3168 га. Выявить тенденции в формировании растительных экосистем на такой территории за столь длительный период представляется возможным только лишь с использованием результатов обработки космических снимков, полученных с КЛА (рис. 1).

Внешние и внутренние отвалы формируются хаотично из четвертичных отложений в смеси с глубинными крепкими песчаниками, аргиллитами, углистыми алевролитами и аргиллитами разных фракций. В последние годы отсыпки отвалов карьерными экскаваторами их поверхность представляет собой мелкую складку. Рельеф так и остается мелкоскладчатым без разравнивания бульдозером. На поверхности и откосах отвалов почвообразующие породы практически отсутствуют. Последнее обстоятельство

приводит к тому, что потенциальное плодородие характеризуется минимальными, практически нулевыми уровнями.

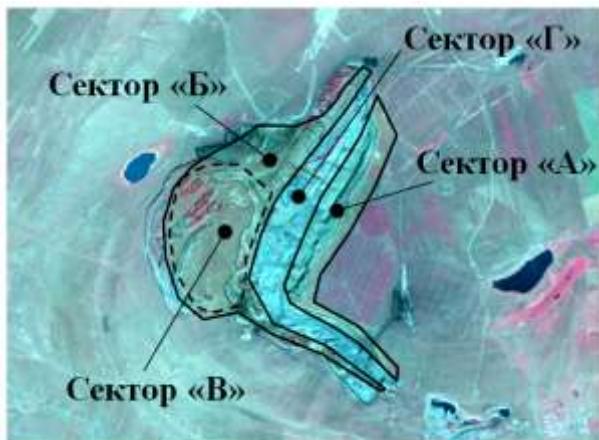


Рис. 1. Фрагмент космического снимка отработанной части Черногорского угольного месторождения (2014 г.) с нанесением контуров исследуемых секторов.

И, тем не менее, под воздействием природных факторов (влага, перепад температуры) аргиллиты и довольно быстро разрушаются и легко превращаются в мелкую пыль и куски мелкой фракции. Эти горные породы содержат небольшое количество соединений азота, фосфора и калия. За счет этого полная потребность высших сосудистых растений необходимым питанием не обеспечивается. Все это обуславливает начало формирования растительных экосистем из растений, весьма неприхотливых к почвенному плодородию и обеспеченности влагой. Поэтому пионерные группировки растительных экосистем формируются на отвалах стихийно с участием *Linaria vulgaris* Mill. (льнянки обыкновенной), *Lepidium ruderale* L. (клоповника сорного), *Atriplex* (лебеды), *Salsola tragus* L. (солянки сорной), *Salsola ruthenica* (солянки русской), *Lappula echinata* Gilib (липучки ежевидной), *Lappula stricta* (Ledeb.) Guerke (липучки прямой). Роль этих растений в укреплении поверхности и откосов отвалов в плане снижения воздействия водной эрозии на эти элементы рельефа незначительная. Накопление биомассы и гумуса на подобных участках будет длиться значительно дольше, чем на аналогичных породных отвалах, отсыпаемых при разработке месторождений Канско-Ачинского угольного бассейна.

В ходе предварительной оценки техногенной территории на отработанной части месторождения рельефе выделены четыре сектора, в контурах которых по-разному формируются экосистемы (рис. 2). В секторе «А» постоянно производят горные работы (буро-взрывные работы, экскавация и транспортировка горной массы и др.), а также отрабатывают драглайнами нижний вскрышной уступ по бестранспортной схеме. В этом секторе растительность постоянно отсутствует. В секторе «Б» с начала разработки

месторождения отсыпают внешние углепородные отвалы в несколько ярусов с использованием железнодорожного транспорта. В его контурах дополнительно выделен сектор «В». Также на техногенной территории автоматически выделены контуры сектора «Г», находящегося в виде буферной зоны между сектором «А» и «Б». В секторе «Г» в течение 2-3 лет горные работы не производятся и за это время в этом секторе появляются признаки растительности. Далее по мере отсыпки вскрышных пород эта растительность оказывается в теле отвала под многометровой толщей вскрышных горных пород. Результаты расчетов площадей секторов после обработки космоснимков представлены в таблице. Площадь участков без растительности определяется интенсивностью отработки месторождения и годовым объемом добычи угля.

Таблица

Изменение площади техногенных участков с размещением растительных экосистем на территории горного отвода разреза «Черногорский»

Год	Участки горных работ, свежие отвалы), га	Участки под травянисто-кустарниковой растительностью, га	Редкая растительность внешних отвалов, га	Очаговое зарастание (признаки растительности), га	Общая площадь, га
1989	803,0 (39 %)	881,4 (42,8 %)	0	376,6 (18,2 %)	2061,0
2001	971,7 (41,5 %)	480,7 (20,5 %)	0	890,2 (38 %)	2342,6
2005	1238,2 (50 %)	796,4 (32,1 %)	0	442,7 (17,9 %)	2477,3
2007	1150,8 (44,9 %)	904,6 (35,3 %)	0	507,1 (19,8 %)	2562,6
2011	1507,9 (58,3 %)	381,5 (14,8 %)	694,1 (26,9 %)	0	2583,5
2014	1405,3 (44,4 %)	120,5 (3,8 %)	1268,7 (40%)	373,9 (11,8 %)	3168,4

Участки с устойчивой травянисто-кустарниковой растительностью занимали площадь к 1989 г. на уровне 880 га, но в дальнейшем ввиду размещения внешних отвалов вторым ярусом их площадь начала сокращаться, и к настоящему времени такая растительность занимает площадь 120 га. Вместе с тем, с 2007 г. начинается устойчивый тренд в увеличении площади под редкой растительностью до уровня 1268 га к 2014 году. Весьма позитивным мы считаем наличие участков, характеризуемых как отвалы с очаговым зарастанием. Площадь таких участков постоянно изменяется в диапазоне 370-890 га.

Итак, результаты горно-экологического мониторинга формируемых растительных экосистем за 25-летний период с использованием средств дистанционного зондирования свидетельствуют о том, что в условиях континентального сухого климата степной географической зоны Хакасии естественное восстановление растительности на породных отвалах характеризуется низкими темпами, поскольку почвенные слои на поверхность отвалов не наносятся, а горные породы, вынесенные из глубин характеризуются практически нулевым плодородием.