

УДК 636.618

Х.А. Исхаков, Е.Л. Счастливцев, Ю.А Кондратенко

ЗОЛА УНОСА В КАЧЕСТВЕ ПОЧВЕННОГО СУБСТРАТА

В периодической литературе неоднократно поднимаются экологические проблемы горного производства, в частности, связанные с рекультивацией нарушенных земель [1,2]. В Кузбассе в общей сложности площадь нарушенных земель достигает 90-100 тыс.га, рекультивировано всего 23-25%. Эта рекультивация сводится к укреплению склонов отвалов, в первую очередь, насаждением облепихи. Через 2-3 десятилетия при успешном росте деревьев и кустарников эти площади превратятся и, возможно, превращаются в пастбища типа горных природных пастбищ, которые нам доводилось наблюдать в Каркаралинском оазисе Центрального Казахстана и в Карабаево-Черкессии. Именно о пастбищном характере рекультивации говорится в [3].

Возврат земель после лесной рекультивации в сенокосные и пахотные угодья может произойти лишь через многие годы, когда выветриванием горных пород на глубину 0,5-0,7м и накоплением в поверхностном слое аэрозолей возможно образование сельхозугодий. Изучению свойств и режимов отвалов посвящена работа [4], где упор делается на внесение в так называемые техноземы органических добавок в виде чернозема, навоза и сидерата. Это обстоятельство несколько усложняет технологию рекультивации, но представляет определенный интерес.

Подсчитано[5,6], что в Кузбассе на каждый 1 млн.т. добываемого угля приходится 25-30 га нарушенного природного ландшафта. Получается довольно грустная картина: в 2007 году добыто 180 млн.т. угля, значит в среднем нарушено 5 тыс. га земель. В ближайшие годы будет добыто 200 млн.т., нарушения составят 6 тыс.га; естественно,

что необходимо усилить темпы рекультивации, разработать проекты наиболее эффективных технологий подготовки почвенного субстрата.

Мы обратили внимание на опыт сицилийских крестьян, проживающих у подножья вулкана Этна. Известный вулканолог Г. Тазиев писал: «У подножья Этны, особенно в его южном секторе, расположились настоящие деревни, по несколько сот дворов каждая. Они были рассеяны на богатейших склонах, плодородие которых не иссякает благодаря вулканическому пеплу, наносимому на

поля ветром из почти непрерывно действующих кратеров [7]».

Вулканический пепел представляет рыхлый материал из пыли и песка с размерами частиц менее 2мм и возникает в результате природного измельчения магмы в виде сфер стекла, а также кристаллических материалов. В табл. 1 приведены составы вулканических пеплов. Обращает на себя внимание количество щелочных и щелочноземельных оксидов: сумма щелочных оксидов колеблется в пределах 1,36-8,90%, а щелочноземельных- 1,40—12,36%.



Рис. 1 Зарастанье золоотвала Кемеровской ГРЭС.



Рис. 2 Сурепка дуговидная в стадии цветения (золоотвал Кемеровской ГРЭС).

Таблица 1. Химический состав и некоторые свойства пород (лавы), мелкозема, почв и фракций <0,001мм, % на прокаленную навеску, по [8].

№ разреза	Объект	Глубина образца, см	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SiO_2 R_2O_3	рН	Емкость поглощения катионов, мг- экв/100 г	
												30—40	40—50
39	Лесная почва на юртови- ческом грунте и пепле; Чайбасский р-н	30—40	64,23	17,77	5,28	1,20	0,27	4,32	4,38	5,20	6,2	5,32	2,0
	Фракция <0,001мм из той же почвы	30—40	48,91	30,90	14,40	0,87	0,53	0,64	0,72	2,05	—	—	—
358	Лава юртова Кашошань; Удзенский р-н	0—5	55,30	16,94	8,06	6,38	5,98	3,98	3,64	4,26	—	—	2,07
	Фракция <0,001мм из той же почвы	5—6	63,1	18,69	8,08	3,17	2,99	2,36	1,96	4,49	6,26	5,36	36,5
SP-K-55	Лава на элювиально-делювиальном грунте юртова Кашошань; Удзенский р-н	0—26	67,20	19,19	5,71	1,50	1,06	1,42	1,48	0,18	2,49	—	99,8
	Фракция <0,001мм из той же почвы	26—42	70,05	16,53	4,87	1,18	1,61	1,54	1,51	6,06	5,3	4,20	16,7
	Лава юртова Кашошань; Удзенский р-н	42—60	69,95	17,14	4,36	2,20	1,80	1,90	1,86	5,95	5,18	4,84	10,8
	Фракция <0,001мм из той же почвы	0—26	56,15	24,89	11,36	0,83	1,64	1,81	0,49	2,96	—	—	33,6
	Лава юртова Евашань;	26—42	58,04	24,83	10,33	0,62	1,01	1,73	0,21	3,10	—	—	—
	Лава юртова Евашань;	42—60	60,17	22,78	9,92	1,04	1,63	1,76	0,47	3,50	—	—	—
385	Удзенский р-н юртова	15—20	55,2	17,85	8,40	4,87	4,85	3,49	3,41	4,03	—	—	—
	Лесная почва на юртовах горных породах	15—20	52,84	18,94	7,50	5,77	5,74	3,96	3,88	3,77	—	—	—
	Лесная почва на юртовах горных породах	0—15	63,40	17,99	6,21	4,65	1,99	2,00	1,43	4,90	6,85	6,23	—
549	Фракция <0,001мм из грунта из той же почвы Луговая почва с фторомицет- ической почвой юртова Евашань, Удзенский р-н	30—40	63,38	20,20	8,40	4,65	1,67	2,96	2,91	4,19	6,45	6,12	—
	Фракция <0,001мм из той же почвы	0—15	50,40	28,87	11,18	1,06	3,31	1,21	0,23	2,38	—	—	—
	Луговая почва с фторомицет- ической почвой юртова Евашань, Удзенский р-н	30—40	50,08	33,78	10,41	0,60	3,88	1,73	0,75	2,10	—	—	56,0
	Фракция <0,001мм из той же почвы	0—15	64,07	18,26	7,84	3,41	1,79	2,14	1,37	4,67	5,80	4,70	36,67
	Луговая почва с фторомицет- ической почвой юртова Евашань, Удзенский р-н	60—70	65,33	18,84	8,16	2,28	1,82	1,29	1,37	4,60	5,70	4,68	30,73
	Фракция <0,001мм из той же почвы	125—135	65,31	18,38	7,68	1,76	1,96	1,63	1,40	4,76	5,67	4,30	30,33
	Фракция <0,001мм из той же почвы	0—15	59,79	26,16	11,84	1,24	1,61	2,20	0,24	2,75	—	—	69,5
	Фракция <0,001мм из той же почвы	60—70	53,70	26,75	12,00	0,83	1,96	1,87	0,64	2,64	—	—	58,3

При этом в некоторых случаях определения pH показали при высоком содержании щелочей низкие значения, вероятно, это связано с неточностью измерений. Однако, несмотря на высокое содержание калия, натрия, кальция и магния наряду с песчаным характером пепла, отличительные особенности обуславливают его высокое плодородие.

Очень близко по физическим свойствам и химическому составу к вулканическому пеплу подходит зола уноса. При сжигании углей на электростанциях основное количество золы, 80-95%, уходит виде летучей золы, отсюда и название. Этой золы на золоотвалах Кузбасса накопилось в количестве десятков миллионов тонн и она не имеет квалифицированного применения. Академику С. Вольфовичу приписывают ставшее крылатым выражение: «Чем выше высота дымовой трубы, тем ниже уровень наших знаний о дыме». Это утверждение напрямую относится к золе- продукту сжигания угля. Однако, данный продукт весьма сложен и малейшие теоретические и практические шаги по проблеме золы уже представляют интерес для дальнейших работ в этой области.

Ознакомившись с практикой успешного выращивания сельскохозяйственных культур на землях, обогащенных вулканическим пеплом, мы предлагаем использовать золу уноса для создания почвенного субстрата при рекультивации нарушенных земель. Наблюдения на золоотвале Кемеровской ГРЭС показали зарастание отвала сорными травами (рис.1 и 2).

Эти наблюдения подтвердились дальнейшими деляночными опытами в сезон 2006г. (рис.3).

Для произрастания как бурьяна, так и культур на золе способствует климат Кемеровской области- частые дожди и относительно невысокие температуры в весенне-осенний



Рис. 3 Донник, выращенный на золе

периоды и грозы в жарком июле.

Как физическое тело, зола уноса внешне представляет пыль, которая при истирании в агатовой ступке издает своеобразный скрежет, что обусловлено ее состоянием в виде замкнутых остекленных сфер (рис.4).

В табл. 2 представлен химический состав золы углей Кузбасса, весьма сходный с составом пепла.

Отсутствие данных по щелочным элементам объясняется тем, что численное выражение их относили к разности от суммы оксидов от 100%; это ведет к грубым ошибкам, т.е. в разность вовлекаются абсолютные ошибки всех определений. Определенная нами на пламенном фо-

тометре сумма щелочных оксидов составила 3,02%, это входит в пределы суммы щелочных для вулканического пепла. Щелочные и щелочноземельные оксиды определяют характер создаваемого золой почвенного раствора. Определение щелочности золы для различных проб показало pH в пределе 9,70-11,65; в агрономической практике считается pH>8,5 для большинства растений неблагоприятной [10]. В случае рекультивации горных отвалов излишняя щелочность в условиях Кузнецкой котловины с частыми дождями не представляет угрозу, т.к. растворимые соли щелочных и щелочноземельных элементов в течение нескольких лет вымываются в нижележащие

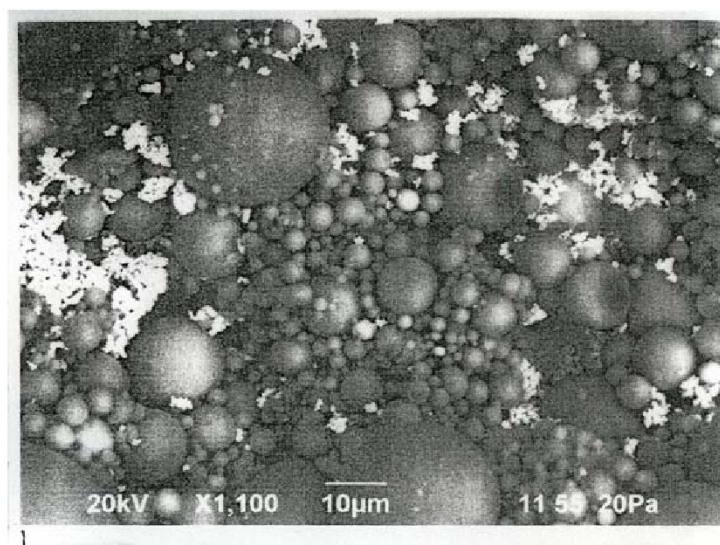


Рис. 4 Электронный снимок золы

Таблица 2. Химический состав (в %) золы углей Кузнецкого бассейна, по [9]

Район	Число проб	Вольность, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂	Сумма
Угли кольчугинской серии											
Ленинский	523	9,5	49,8	21,2	9,3	7,8	2,9	4,6	0,5	0,4	96,5
Беловский	438	9,4	47,7	20,0	10,4	9,8	3,4	5,0	0,3	-	96,6
Байдаевский	50	9,8	49,9	23,8	11,0	4,8	2,2	3,6	0,4	0,9	96,6
Ерунковский (ленинская и ускатская подсвиты)	41	8,8	51,2	19,7	12,2	6,9	2,3	3,4	0,2	0,9	96,8
Осиновский (ильинская свита)	55	8,4	51,0	20,5	8,6	7,0	1,8	3,2	-	0,8	92,9
Томъусинский (ильинская свита Распадского м-ния)	88	9,1	52,3	22,7	7,8	5,5	1,6	-	-	0,9	90,8
Терсинский	294	10,4	56,3	23,9	8,5	3,8	1,6	1,8	-	-	95,9
Итого	1498										
Угли балахонской серии											
Анжерский	90	9,0	59,1	18,0	8,2	6,7	2,5	2,4	0,2	0,8	97,9
Кемеровский	231	12,4	62,3	18,9	6,6	4,5	1,9	2,6	0,1	0,9	97,8
Прокопьевско-Киселевский	273	9,5	55,5	26,0	7,5	3,9	1,6	1,8	0,6	0,9	97,8
Бунгуро-Чумышский (усятская подсвита)	13	10,0	47,7	26,8	5,7	9,4	3,8	3,6	0,2	1,0	98,2
Араличевский (усят- ская и кемеровская подсвита)	12	14,4	50,1	24,7	6,8	6,5	2,4	4,2	0,2	1,01	95,9
Кондомский	78	9,1	57,2	26,2	5,3	3,9	1,6	1,5	0,8	1,0	97,5
Томь-Усинский	109	12,5	56,2	25,6	7,2	4,9	1,5	2,9	0,2	-	98,5
Итого	806										

слои, т.е. в подстилающие горные породы, легко дренируемые водой. С другой стороны, вулканический пепел при наличии высокой суммы щелочных оксидов является плодородной средой только потому, что щелочные соединения уходят в виде растворов. Однако, щелочные элементы, в особенности калий, в почве необходимы для создания осмотического давления, обусловливающего соковдвижение в растениях.

Несмотря на полученные нами положительные результаты, предстоят исследования взаимодействия ингредиентов золы между собой, с вводимым бурым углем как источником гуминов, определением микроэлементов и пр. Несомненно, что по сравнению с вулканическим пеплом по содержанию микроэлементов зола более бо-

гатый материал благодаря своему образованию из минеральных компонентов углей [11,12]. Предстоит на основе полученных данных изучение вещественного состава золы, ибо во взаимодействии с растениями вступают не только оксиды, определяемые химическим анализом, а в основном соединения, образовавшиеся в результате высокотемпературных окислительно-востановительных топочных процессов. В этом отношении справедливо замечание К. Маркса: «Два земельных участка с одинаковым химическим составом почвы и в этом смысле одинакового естественного плодородия могут быть различны по своему действительному эффективному плодородию в зависимости от того, находятся ли эти вещества в форме, в которой они лучше

или хуже усваиваются, более или менее непосредственно пригодны для питания растений»[13].

Выходы

1. Добыча углей в Кузбассе ведет к постоянному увеличению количества нарушенных земель, рекультивация которых проводится в незначительном объеме.

2. Предлагается создание почвенного субстрата на основе золы уноса.

3. Наблюдения на золоотвалах и деляночные опыты показали, что определенные виды растений успешно развиваются на золе.

4. Дальнейшие работы связаны с технологией создания зольного субстрата и изучением вещественного состава золы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Зеньков И.В. Эколого-экономические аспекты...// Уголь. №4 .2007.С. 60-63.

2. Щадов В.М. Экологические проблемы угольной отрасли...// Уголь. №6 .2007.С. 31-36.
3. Батурина В.Б. Рекультивация нарушенных почв как один из путей увеличения естественных кормовых угодий./ Сб. мат-в междунар. н-практ. конференции «Повышение устойчивости и эффективности агропромышленного производства в Сибири: наука, техника, практика» Кемерово: Экспо-Сибирь, 2004. С.122-125.
4. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы, свойства, режимы, функционирование. Новосибирск: Наука, 2000. 200С.
5. Потапов В.П. и др. Геоэкология угледобывающих районов Кузбасса. Новосибирск: Наука, 2005. 660С.
6. Счастливцев Е.Л. Баклыков С.П. // ТЭК и ресурсы Кузбасса. №1. 2008. С.36-40.
7. Тазиев Г. На вулканах. М.: Мир, 1987. 263с.
8. Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв. М.: Наука, 1978. 293с.
9. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т.7. М.: Недра, 1969. 912с.
10. Почловедение / Ред. И.С. Кауричева. М.: Колос, 1982. 496с.
11. Ницантов Б.Ф., Потапов В.П., Митина Н.В. Геохимия и оценка ресурсов редкоземельных и радиоактивных элементов в кузнецких углях. Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2003. 104с.
12. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ценные элементы-примеси в углях. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 538с.
13. Маркс К. Капитал. Т.3.-М.: Политиздат, 1953. С.664.

□ Авторы статьи:

Исхаков
Хамза Ахметович
- докт.техн.наук., проф., ведущий научный сотрудник ИУУ
СО РАН

Счастливцев
Евгений Леонидович
- докт.техн.наук., зав. лаб. гео-
экологических и водных про-
блем ИУУ СО РАН

Кондратенко
Юлия Александровна
- ведущий инженер ИУУ СО
РАН

УДК 622. 7.01

Х.А. Исхаков, Е.Л. Счастливцев, Ю.А. Кондратенко

ОБЕСПЫЛИВАНИЯ УГЛЕЙ

Технология обогащения углей, как и любая технология, постоянно меняется и усовершенствуется согласно изменениям свойств и качеств углей, а также требованиям экологии. Два узла обогатительной технологии особенно тяжелые в техническом плане- флотация и сушка мелких классов, в т.ч. флотоконцентрат. В этом отношении заслуживает внимания опыт Германии. Так, в одном из рекламных материалов, представленных на выставках Экспо-Сибирь, сказано: «Машины, установки и технологии Хумбольдт Ведаг являются результатом непрерывно (подчеркнуто нами) ведущихся научно-исследовательских и проектно-конструкционных работ на базе более чем векового практического опыта». К сожалению, как в России, так и в странах СНГ, такими утверждениями фактически мы не можем воспользоваться, особенно имея в виду разрушу 90-х годов и распад СССР; поэтому неизбежно заимствование запад-

ного опыта. Научно-техническая работа по обогащению углей не должна останавливаться даже на час по следующим причинам:

-постоянное изменение сырьевой угольной базы;

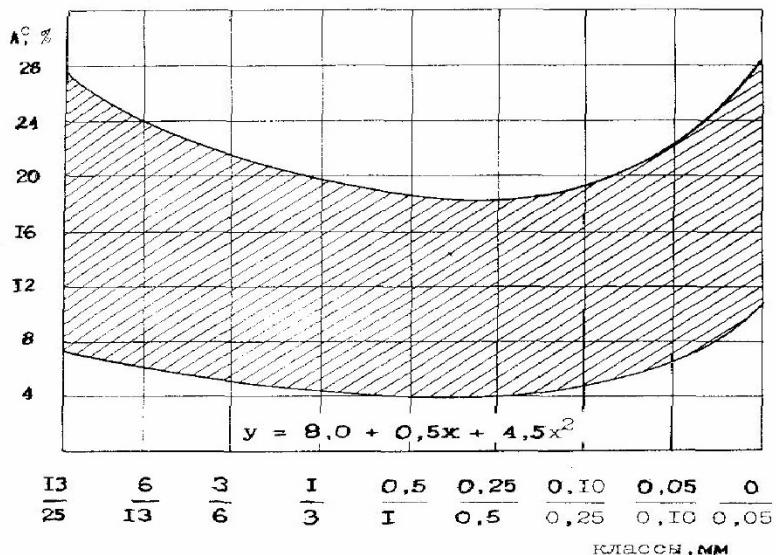


Рис. 1. Зольность различных классов крупностей углей пластов Прокопьевско-Киселевского района.