

УДК 631.445.9: 631.435 (477.75)

М.Л. НОВИЦКИЙ

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта, АР Крым

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ, МИКРОАГРЕГАТНЫЙ И СТРУКТУРНЫЙ СОСТАВ МОЛОДЫХ ПОЧВ НА СУЛЬФИДНЫХ ШАХТНЫХ ОТВАЛАХ

Дана комплексная характеристика и детальная оценка гранулометрического, микроагрегатного и структурного составов, а также состояния молодых почв и сульфидной горной породы на шахтном отвале Западного Донбасса.

Ключевые слова: *молодые почвы, сульфидная порода, гранулометрический, структурный, микроагрегатный составы.*

Введение

Общеизвестно, что только в структурной почве создаются оптимальные водно-воздушный и тепловой режимы, складываются благоприятные условия питания растений и освоения почвенного профиля корнями [4–6, 8, 12, 13, 16, 19 и др.].

В доступной литературе нами не обнаружено детальных исследований гранулометрического и структурного составов молодых почв на сульфидных горных породах. В монографии В.А. Андроханова и В.М. Курачева [2] приведен только структурный состав нетоксичных вскрышных потенциально плодородных горных пород Кузбасса в смеси с плодородными почвами, а П.А. Тарасовым [17] в молодых почвах на нетоксичных породах КАТЭКа – коэффициенты структурности и водопрочности.

Уральскими учеными [11, 14, 15] при изучении структурного состава молодых почв на нетоксичных породах отвалов установлено, что в верхнем, обогащенном органическим веществом слое, мелкозем в агрегатах склеен гумусовой плазмой, а в образцах из иллювиальных горизонтов большое участие в агрегировании принимают окислы железа и алюминия, глинистые минералы. Отмечено также влияние на структурообразование молодой почвы гранулометрического состава горной породы.

Для условий Западного Донбасса А.Н. Масюком [10] дано морфологическое описание структурного состояния почвенной массы в слое 0 – 40 см на плоском отвале, рекультивированном способом засыпки сульфидной горной породы (аргиллитов) супесью, суглинком и почвой. Количественных показателей, как и оценки структурно-агрегатного состояния молодых почв на пиритсодержащих углевмещающих горных породах шахтных отвалов Западного Донбасса, в доступных публикациях не имеется.

Цель исследований: определить гранулометрический, микроагрегатный и структурный состав, оценить агрегатное состояние, водопрочность агрегатов и потенциальные возможности к оструктуриванию молодых почв на сульфидных горных породах шахтных отвалов.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили в 2009 – 2010 гг. на вершине трапециевидного отвала сульфидной горной породы закрытой шахты «Першотравнева» ПАО «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ», где находится участок древесно-кустарниковых насаждений (площадь – 0,8 га, 14 видов растений 2000 г. посадки), рекультивированный рельефоформирующим способом.

В исследования включены 20 – 22-летние молодые почвы межбугорных понижений, заросших травами, с высаженными в них через 10 лет деревьями и кустарниками. Контролем служила незаросшая растениями сульфидная порода с вершин, окружающих понижения бугров. На участке для определения гранулометрического состава заложено 8 площадок: три – на вершинах бугров и пять – в понижениях. Для изучения структурно-агрегатного состава было заложено 6 стационарных площадок: 3 – в межбугорных понижениях и 3 – на вершинах бугров. Образцы молодых почв отобраны на глубину 60 см, породы – до 40 см.

Гранулометрический состав молодых почв и сульфидной породы (с подготовкой их к анализу пирофосфатом натрия) и микроагрегатный состав определяли методом Н.А. Качинского; состав и водопрочность макроструктуры – по Н.И. Савинову [3]; коэффициент водопрочности рассчитывали по суммарной внешней поверхности агрегатов [1], критерий водопрочности – по критерию АФИ [13], водоустойчивость структуры – по И.В. Кузнецовой [9], фактор дисперсности – по Н.А. Качинскому [7], структурное состояние по готовности почв к посеву – по С.И. Долгову и П.У. Бахтину [1], степень агрегированности – по Бэйверу [18].

Результаты и обсуждение

Нами установлено, что на опытно-производственном участке гранулометрический состав мелкозема молодых почв межбугорных понижений и сульфидной горной породы вершины бугров неоднороден и колебался от легкоглинистого до среднесуглинистого. В почве преобладали мелко- и крупнопылеватые фракции, в горной породе – песчано-крупнопылеватые частицы (табл. 1). Количество ила в горной породе во всех случаях было меньше на 2 – 6%, чем в почвах понижений, как и на 4 – 14% было меньше фракций пыли мелкой и ила.

По содержанию в слое 0 – 40 см песка, пыли крупной и средней, ила и пыли мелкой более благоприятной сбалансированностью таких гранулометрических частиц отличались почвы понижений, где их соотношение было, соответственно, 1:2:2, тогда как в горной породе оно равнялось 1:1,5:1 (табл. 1). Разумеется, что почвы понижений будут более благоприятны по водно-физическим свойствам и агрофизическим показателям.

Результаты микроагрегатного анализа свидетельствовали о хорошей и высокой степени оструктуренности илистых частиц как молодой почвы, так и горной породы, на что указывали высокое количество агрегированного ила и показатели фактора дисперсности. Однако в трех случаях в почвах на глубине 20 – 40 и 40 – 60 см была определена удовлетворительная микрооструктуренность, характеризующаяся довольно большим количеством неагрегированного ила (4,5 – 7,5%) и фактором дисперсности >25 (табл. 2).

Различной агрегированностью характеризовались фракции физической глины как в почве, так и в породе. В 6 случаях из 13 количество микроагрегатов <0,01 мм было меньше в 9 – 16 раз, чем гранулометрических частиц физической глины. В остальных слоях количество микроагрегатов <0,01 мм по сравнению с количеством физической глины уменьшилось только в 1,2–2,5 раза (табл. 2). Это означает, что в агрегацию вовлекаются не только илистые, но и частицы пыли средней и мелкой, однако степень их агрегации различна.

Агрегированность песчаных фракций по Бэйверу колебалась также в широком диапазоне – от высокой до низкой. Наилучшей агрегированностью (66 – 92) частиц >0,05 мм отличалась почва разреза 8, где понижения интенсивно заросли вейником наземным с мощной корневой системой. В менее заросших травой понижениях и на

вершинах бугров агрегированность песка была удовлетворительной, слабой и низкой (табл. 2).

Определено, что молодые почвы и сульфидные горные породы характеризовались в целом хорошей микроагрегированностью илистых частиц, удовлетворительной – частиц <0,01 мм, плохой – песчаных фракций. Установлено, что количество благоприятных в агрономическом понимании микроагрегатов размером от 1 до 0,001 мм оказалось почти одинаковым как в почве (98 – 52%), так и в сульфидной породе (98 – 67%).

В итоге изучения и оценки микроструктурного состояния молодых почв и породы установлено, что лучшей микроагрегированностью отличались почвы в интенсивно заросших травами понижениях. В целом же почвы и породы хорошо агрегированы, что вызывает много вопросов в отношении горной породы. Объяснение на этом этапе исследований видится нам в следующем.

С одной стороны, небольшое количество в породе экстрагируемого углерода (0,02 – 0,43%) и гумуса (0,03 – 0,74%), обедненность илом, а значит, и вторичными минералами, кальцием, и отсутствие в породе корней растений не способствовали агрегации механических элементов породы. Однако метаморфическая сульфидная порода каменноугольного периода обогащена общим углеродом (2 – 8%), углистыми частицами, полуторными окислами (до 13 – 18% Fe₂O₃ и до 6 – 8% Al₂O₃). В кислой сульфидной породе содержится 200 – 600 мг/кг подвижного железа и 40 – 330 мг/кг алюминия, 3 – 6 мг-экв на 100 г навески обменного кальция и 10 – 16% ила. Вероятно, что все эти показатели были структурообразователями различных отложений прошлых геологических эпох. Скорее всего, при выносе в отвал на дневную поверхность углевмещающей горной породы эти показатели, как и механизмы дробления [13], играют большую роль в процессах агрегации породы.

Микроагрегатный состав характеризует качественно новый структурный уровень организации твердой фазы почв и в большой мере предопределяет показатели макроструктуры. Макроагрегаты размером от 10 до 0,25 мм – наиболее важные и агрономически ценные частицы и они определяют почвенное плодородие, а их содержание является важнейшим показателем структурного состояния молодых почв и пород.

Таблица 1

Гранулометрический состав мелкозема (в % на абсол. сухую навеску) молодых почв (разрезы 8, 9, 10, 12, 15) и сульфидной горной породы (разрезы 8К, 9К, 10К) на опытно-производственном участке шахтного отвала. ПСП «Шахта «Першотравнева», апрель 2010 г.

Разрез и его местоположение	Слой почвы, см	Содержание фракций, мм					Сумма фракций <0,01 мм	
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001		
8К, вершина бугра \bar{x} *	0-40	7,64	20,71	26,80	11,91	18,32	14,62	44,85
	0-20	3,02	15,56	28,86	13,60	20,48	18,48	52,56
	20-40	2,61	14,19	35,52	10,98	19,20	17,50	47,68
	40-60	0,92	4,02	40,26	10,62	23,18	21,00	54,80
15, межбугорное понижение	0-5	4,59	6,80	36,19	14,14	19,32	18,96	52,42
	5-20	2,03	6,98	37,89	9,09	23,89	20,12	53,10
	20-40	4,30	6,68	35,19	12,70	20,74	20,39	53,83
	40-60	1,52	14,03	34,89	10,73	19,52	19,31	49,56
9К, вершина бугра \bar{x}	0-40	3,40	29,00	28,40	10,35	14,65	14,20	39,20
	0-20	3,33	23,67	30,50	10,84	15,96	15,70	42,50
	20-40	16,06	1,08	34,10	12,18	19,98	16,60	48,76
	40-60	6,75	17,29	27,78	13,74	17,84	16,60	48,18
10К, вершина бугра \bar{x}	0-35	0,90	26,69	29,60	11,25	15,90	15,66	42,81
	0-20	4,96	22,14	33,48	10,22	16,00	13,20	39,42
	20-40	0,98	9,44	29,18	14,66	23,98	21,76	60,40
	40-60	1,08	15,28	25,08	15,40	22,98	20,18	58,56
12, межбугорное понижение	0-20	2,74	17,92	36,17	4,21	15,49	23,47	43,17
	20-40	1,16	10,76	34,64	22,04	11,84	19,56	53,44
	40-60	4,64	12,79	31,01	14,48	17,69	19,39	51,56

* \bar{x} – среднее арифметическое.

Таблица 2

Гранулометрический и микроагрегатный состав (в % на абсолютно сухую навеску) молодых почв (разрезы 8-10) и сульфидной горной породы (разрезы 8К, 9К, 10К) на опытно-производственном участке шахтного отвала ПСП «Шахта «Першотравнева», апрель 2010 г.

№ разреза, вариант опыта	Глубина, см	Содержание фракций, мм										Фактор дисперсности	Степень агрегированности песка
		гранулометрических					микроагрегатных						
		>0,05	>0,01	<0,01	<0,001	>0,05	>0,01	<0,01	<0,001				
8К вершина бугра	0-40	28,35	55,15	44,85	14,62	61,46	97,16	2,84	1,24	8,5	53		
	0-20	18,58	47,44	52,56	18,48	54,96	78,66	21,34	4,42	23,9	66		
	20-40	16,80	52,32	47,68	17,50	41,70	76,20	23,80	5,20	29,7	68		
межбугорное понижение	40-60	4,94	45,20	54,80	21,00	60,86	94,20	5,80	0,70	3,3	92		
	0-40	32,40	60,80	39,20	14,20	49,02	97,44	2,56	0,40	2,8	34		
	0-20	27,00	57,50	42,50	15,70	51,60	97,74	2,26	0,04	0,2	48		
9 межбугорное понижение	20-40	17,14	51,24	48,76	16,60	9,44	59,82	40,18	4,52	27,2	Не опред.		
	40-60	24,04	51,82	48,18	16,60	41,78	94,66	5,34	0,30	1,8	42		
	0-5	22,34	53,58	46,42	16,64	15,90	67,22	32,78	0,10	0,6	Не опред.		
10К вершина бугра	5-40	32,93	60,79	39,21	14,68	51,76	95,42	4,58	0,02	0,1	36		
	0-20	27,10	60,58	39,42	13,20	31,84	70,86	29,14	2,08	15,7	15		
	20-40	10,32	39,60	60,40	21,76	7,90	57,32	42,68	4,76	21,8	Не опред.		
межбугорное понижение	40-60	16,36	41,44	58,56	20,18	1,22	52,20	47,80	7,50	37,1	Не опред.		

Таблица 2

Гранулометрический и микроагрегатный состав (в % на абсолютно сухую навеску) молодых почв (разрезы 8-10) и сульфидной горной породы (разрезы 8К, 9К, 10К) на опытно-производственном участке шахтного отвала ПСП «Шахта «Першотравнева», апрель 2010 г.

№ разреза, вариант опыта	Глубина, см	Содержание фракций, мм										Фактор дисперсности	Степень агрегированности песка
		гранулометрических		микроагрегатных									
		>0,05	>0,01	<0,01	<0,001	>0,05	>0,01	<0,01	<0,001				
8К вершина бугра	0-40	28,35	55,15	44,85	14,62	61,46	97,16	2,84	1,24	8,5	53		
	0-20	18,58	47,44	52,56	18,48	54,96	78,66	21,34	4,42	23,9	66		
	20-40	16,80	52,32	47,68	17,50	41,70	76,20	23,80	5,20	29,7	68		
9К вершина бугра	40-60	4,94	45,20	54,80	21,00	60,86	94,20	5,80	0,70	3,3	92		
	0-40	32,40	60,80	39,20	14,20	49,02	97,44	2,56	0,40	2,8	34		
	0-20	27,00	57,50	42,50	15,70	51,60	97,74	2,26	0,04	0,2	48		
10К вершина бугра	20-40	17,14	51,24	48,76	16,60	9,44	59,82	40,18	4,52	27,2	Не опред.		
	40-60	24,04	51,82	48,18	16,60	41,78	94,66	5,34	0,30	1,8	42		
	0-5	22,34	53,58	46,42	16,64	15,90	67,22	32,78	0,10	0,6	Не опред.		
10 междуугорное понижение	5-40	32,93	60,79	39,21	14,68	51,76	95,42	4,58	0,02	0,1	36		
	0-20	27,10	60,58	39,42	13,20	31,84	70,86	29,14	2,08	15,7	15		
	20-40	10,32	39,60	60,40	21,76	7,90	57,32	42,68	4,76	21,8	Не опред.		
40-60	16,36	41,44	58,56	20,18	1,22	52,20	47,80	7,50	37,1	Не опред.			

По количеству агрономически ценных агрегатов (77 – 71%) и коэффициентам структурности Н.А. Качинского (табл. 3) молодые почвы и сульфидная порода характеризовались отличным агрегатным состоянием, однако оба показателя были выше у почв понижений.

Важным фактором, определяющим сложение и устойчивость во времени почв и пород суглинисто-глинистого гранулометрического состава, является водопрочность их структуры, характеризующая качество структурных отдельностей.

Оценка структурного состояния объектов исследований по отношению суммы агрегатов размером от 10 до 0,25 мм при сухом и мокром просеиваниях (по С.И. Долгову и П.У. Бахтину) показала, что почвы понижений в слое 0 – 30 см, а в разрезе 10 и в слое 30 – 60 см характеризовались отличным состоянием, а порода – хорошим: в них содержалось в среднем, соответственно, 78 и 71% водопрочных агрегатов (табл. 3).

Критерии водопрочности агрегатов АФИ, определенные по отношению суммы агрегатов размером от 1 до 0,25 мм при мокром и сухом просеиваниях, колебались от 187 до 592 в почвах, а в породе критерий составил 279. Такие значения характеризуют водопрочность агрегатов как хорошую и очень хорошую. Однако коэффициенты водопрочности, определенные по суммарной внешней поверхности агрегатов, были в пределах 0,09 – 0,53, что соответствует очень низкой и пониженной водопрочности. Очень низкой водопрочностью отличались молодая почва в слое 30 – 60 см в разрезе 8 и в сульфидной породе (табл. 3).

Уместно отметить, что оценочные градации меняются в зависимости от генезиса почв, минералогического и гранулометрического составов и других показателей [3, 8, 9, 13, 18], а потому их следует считать ориентировочно-оценочными. В значительной степени это относится к молодой почве и сульфидной горной породе техногенных ландшафтов. Вместе с тем, всесторонняя оценка микро- и макроструктурного состояния таких образований позволяет, пусть и ориентировочно, определить параметры их оструктуренности и сравнить с таковыми соответствующих зональных почв.

Выводы

1. Молодые почвы межбугорных, заросших травами понижений шахтных отвалов по сравнению с сульфидной горной породой незаросших бугров отличались большей илистостью и содержанием мелкой пыли, лучшей сбалансированностью в слое 0 – 40 см песчаных, крупно- и среднепылеватых фракций, а также мелкопылеватых и илистых частиц.

2. Определена хорошая и высокая степень микроагрегированности илистых частиц молодой почвы и сульфидной породы. Установлено, что в агрегацию вовлекаются не только илистые частицы, но и пыль мелкая и средняя, однако степень их агрегации различна. Песчаные фракции во всех случаях микроагрегированы плохо.

3. Молодые почвы и горная порода по количеству агрономически ценных макроагрегатов характеризуются отличным агрегатным состоянием, но лучшей структурой, как и водопрочностью агрегатов отличались почвы понижений.

Список литературы

1. Агрофизические методы исследования почв / отв. ред. С.И. Долгов. – М.: Наука, 1966. – 259 с.
2. Андроханов В.А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / В.А. Андроханов, В.М. Курачев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.

3. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина / 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
4. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс / 4-е изд., пересмотр. и дополн. – М.: Сельхозгиз, 1940. – 448 с.
5. Гедройц К.К. К вопросу о почвенной структуре и сельскохозяйственном ее значении / К.К. Гедройц // Изв. Гос. ин-та опытной агрономии. – 1926. – Т. 4, № 3. – С. 117 – 127.
6. Докучаев В.В. Русский чернозем / В.В. Докучаев. – СПб., 1883. – 376 с.
7. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н.А. Качинский. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 192 с.
8. Качинский Н.А. О структуре почвы, некоторых водных ее свойствах и дифференциальной порозности / Н.А. Качинский // Почвоведение. – 1947. – № 6. – С. 336 – 348.
9. Кузнецова И.В. О некоторых критериях оценки физических свойств почв / И.В. Кузнецова // Почвоведение. – 1979. – № 3. – С. 81 – 88.
10. Масюк А.Н. Особенности диагностики почвообразования на рекультивированных землях / А.Н. Масюк // Тезисы докл. III делегат. съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР 11 – 14 сентября 1990 года. Почвоведение. – Х.: УкрНИИ почвоведения и агрохимии, 1990. – С. 109 – 111.
11. Махонина Г.И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2003. – 355 с.
12. Медведев В.В. Изменение агрофизических свойств черноземов в условиях интенсивного земледелия // Проблемы почвоведения (советские почвоведы к XII Международному конгрессу в Индии, 1982 г.). – М.: Наука, 1982. – С. 21 – 25.
13. Медведев В.В. Структура почвы: методы, генезис, классификация, география, мониторинг, охрана / В.В. Медведев. – Х.: 13 типография, 2008. – 406 с.
14. Накаряков А.В., Трофимов С.С. О молодых почвах, формирующихся на отвалах отработанных россыпей в подзоне Среднего Урала // Почвообразование в техногенных ландшафтах. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 58 – 106.
15. Парцеллярная структура фитоценоза и неоднородность молодых почв техногенных ландшафтов / С.А. Таранов, Е.Р. Кондрашин, Ф.А. Фаткулин, М.Г. Шушуева, И.С. Родынюк // Почвообразование в техногенных ландшафтах. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 19 – 57.
16. Соколовский А.Н. Структура почв и ее сельскохозяйственная ценность. Избранные труды / А.Н. Соколовский. – К.: Урожай, 1971. – С. 166 – 178.
17. Тарасов П.А. Некоторые агрофизические характеристики рекультивированных земель КАТЭКа / П.А. Тарасов // Тезисы докл. VIII Всесоюзного съезда почвоведов (14 – 18 августа 1989 г., Новосибирск). – Новосибирск, 1989. – Кн. первая. – С. 212.
18. Теории и методы физики почв: коллективная монография / Под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. – М.: Гриф и К, 2007. – 616 с.
19. Тюлин А.Ф. Органо-минеральные коллоиды в почве, их генезис и значение для корневого питания высших растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 50 с.

Статья поступила в редакцию 16.08.2013 г.

NOVITSKY M.L.

Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center, Yalta, Crimea, Ukraine

GRANULOMETRIC, MICROAGGREGATION AND STRUCTURAL COMPOSITION OF YOUNG SOILS ON SULPHIDE MINE MOULDBOARDS

The granulometric and structural microaggregation composition of young soils and sulfide mountain rock have been studied. Good and high level of microaggregation of silt parts of soil and rock has been determined. It is determined that small and medium dust is included in aggregation, and sand fractions are microaggregated badly. High content of agronomically valuable macroaggregation is typical for young soils and sulfide rocks, but the low young soils have better structure and waterstrength of aggregations.

НОВИЦЬКИЙ М.Л.

Нікітський ботаничний сад – Національний науковий центр, м. Ялта, АР Крим, Україна

ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ, МІКРОАГРЕГАТНИЙ Й СТРУКТУРНИЙ СКЛАД МОЛОДИХ ҐРУНТІВ НА СУЛЬФІДНИХ ШАХТНИХ ВІДВАЛАХ

Вивчено гранулометричний та структурно-агрегатний склади молодих ґрунтів та сульфідної гірської породи. Установлено добрий і високий ступінь мікроагрегованості мулистих часток як ґрунту, так і породи. Визначено, що до агрегації долучаються пил середній і дрібний, а піщані фракції мікроагреговано погано. Для молодих ґрунтів і сульфідної породи характерним є високий вміст агрономічно цінних мікроагрегатів, але кращою структурованістю, як і водомічністю агрегатів відрізнялися молоді ґрунти понижень.

НОВИЦЬКИЙ М.Л.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта, АР Крым, Украина

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ, МИКРОАГРЕГАТНЫЙ И СТРУКТУРНЫЙ СОСТАВ МОЛОДЫХ ПОЧВ НА СУЛЬФИДНЫХ ШАХТНЫХ ОТВАЛАХ

Изучены гранулометрический и структурно-микроагрегатный составы молодых почв и сульфидной горной породы. Установлена хорошая и высокая степень микроагрегированности илистых частиц как почвы, так и породы. Определено, что в агрегацию вовлекаются пыль мелкая и средняя, а песчаные фракции микроагрегированы плохо. Для молодых почв и сульфидной породы характерно высокое содержание агрономически ценных макроагрегатов, но лучшей оструктуренностью, как и водопрочностью агрегатов, отличались молодые почвы понижений.