



M. L. Novitsky

UDK 631.453: 624.12:
631.43

*Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center,
Yalta, Crimea, Ukraine,
e-mail: maxim.novickiy@bk.ru*

STRUCTURAL-AGGREGATION COMPOSITION OF SULFIDE ROCKS AND TECHNOGENIC SUBSTRATES ON MINE MOULDBOARDS

Abstract. The detailed researches in determination of granulometric, microaggregation and structural composition of sulfide mountain rocks, carbonate loam and poured on them fertile soil (chernozemic soil, alluvial soil) on the flat and trapezoidal mine mouldboards of Western Donbass recultivated by the method of strewing sulfide mountain rocks with carbonate and fertile ingredients haven't been made.

The aim of the fulfilled researches was to determine macro- and microstructural composition and to evaluate the aggregation composition and potential possibility to structural formation of sulfide mountain rocks and technogenic substrates on mine mouldboards of Western Donbass.

The study level of structural-aggregation composition of sulfide rocks and substrates of technogenic landscapes has been given in the article; the importance of evaluation of aggregation condition and potential possibilities to structural formation of sulfide mountain rocks and substrates on mine mouldboards has been show.

The complex characteristics and evaluation of granulometric, microaggregation and structural composition of rocks with pirit and technogenic substrates on flat mouldboards of Western Donbass has been given in the results of detailed researches.

It is determined that increasing the part of carbonate in sulfide mountain rocks CaCO_3 in mixture with small amount of fertile ingredients optimizes the correlation of sand, dust and silt and increases the content of silt in technogenic substrates.

The high microstructure and aggregation of silt in melkozem (substrates and mountain rocks) has been determined. It was established that except silt some small and medium parts of dust were drawn in aggregation. Aggregation of sand was low. The best indexes of microaggregation belongs to carbonate mountain rocks in mixture with alluvial soil.

It has been exposed a lot of questions as for the good microaggregation of melkozem in sulfide rock. From the one hand, a very low content of extractable carbon (0.08–0.15 %) and humus (0.13–0.20 %) in the rock, its poverty in silt (so in secondary minerals), calcium and absence of plants' roots in the rock didn't help to the aggregation of its mechanic elements. From the other hand, metamorphic sulfide rock of Carboniferous is reach in carbon (5–7 %), coal parts contaminant, sesquioxides (Fe_2O_3 – up to 17 % and Al_2O_3 – up to 8 %). In the noncalcareous sulfide rock there are 200–600 mg/kg of mobile iron and 30–350 mg/kg of aluminum, 3–6 mg-eq per 100 gr basis of exchangeable calcium and 9–13 % of silt. It's clear that all these indexes mostly were amendments of the different deposits of the previous geological epochs. Probably, during removing the coal rock on the surface all rehearsed indexes so as crushing mechanism have the great importance in the processes of rock aggregation.

The most important factors of argillite aggregation are dressing of general carbon, one-and-a-half oxides and also mobile forms of aluminium and iron, presence of silt and dust parts, calcium in sorbtion complex and intensive mechanisms of crushing during removing the coal rock on the surface.

© M. L. Novitsky, 2013

Technogenic substrates and sulfide rocks are characterized by high content of agronomic valuable aggregations (1.0–0.25 mm), good structure and aggregation condition and also high level of water-resistance of aggregations according to scale N. A. Kachinsky and AFL, but low level according to total specific surface of aggregations.

The whole evaluation of micro and macro structural condition of technogenic substrates and sulfide mountain rocks allows approximately to determine the parameters of structure of these formations and compares with estimated parameters of corresponding zonal soils.

Key words: mine mouldboards, sulfide rock, technogenic substrates, aggregations, structural composition.

УДК 631.453: 624.12:
631.43

М. Л. Новицький

*Нікітський ботанічний сад –
Національний науковий центр, м. Ялта,
АР Крим, Україна,
e-mail: maxim.novickiy@bk.ru*

СТРУКТУРНО-АГРЕГАТИВНИЙ СКЛАД СУЛЬФІДНИХ ПОРІД ТА ТЕХНОГЕННИХ СУБСТРАТІВ НА ШАХТНИХ ВІДВАЛАХ

Наведені комплексна характеристика та оцінка мікроагрегатного й структурного складу сульфідних гірничих порід та техногенних субстратів на шахтних відвалах Західного Донбасу. Найкращими показниками структурно-агрегатного стану й водотривкості агрегатів характеризується окарбоната CaCO₃ порода у суміші з алювіальним ґрунтом.

Ключові слова: шахтні відвали, сульфідна порода, техногенні субстрати, агрегати, структурний склад.

УДК 631.453: 624.12:
631.43

М. Л. Новицький

*Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр, г. Ялта,
АР Крым, Украина,
e-mail: maxim.novickiy@bk.ru*

СТРУКТУРНО-АГРЕГАТИВНЫЙ СОСТАВ СУЛЬФИДНЫХ ПОРОД И ТЕХНОГЕННЫХ СУБСТРАТОВ НА ШАХТНЫХ ОТВАЛАХ¹

Приведены комплексная характеристика и оценка микроагрегатного и структурного состава сульфидных горных пород и техногенных субстратов на шахтных отвалах Западного Донбасса. Наилучшими показателями структурно-агрегатного состояния и водопрочности агрегатов характеризовались окарбонатная CaCO₃ порода в смеси с аллювиальной почвой.

Ключевые слова: шахтные отвалы, сульфидная порода, техногенные субстраты, агрегаты, структурный состав.

ВВЕДЕНИЕ

Структура почвы – один из главнейших факторов ее плодородия. Только в структурной почве создаются оптимальные взаимоотношения водного, воздушного и теплового режимов, сохраняется влага, происходят обменные процессы, интенсифицируется микробиологическая деятельность, создаются благоприятные условия питания растений и освоения корнями (Вильямс, 1940; Гедройц, 1926; Докучаев, 1883; Медведев, 2008; Соколовский, 1971).

¹ Работа выполнена под руководством д-ра с.-х. наук Н. Е. Опанасенко.

Детальных исследований в области изучения структуры горных пород и техногенных субстратов на рекультивированных отвалах, в том числе и на шахтных отвалах сульфидных горных пород не проводилось. Так, в монографии В. А. Андроханова и В. М. Курачева (2010) и в работе П. А. Тарасова (1989) приведен структурный состав и водопрочность только нетоксичных вскрышных горных потенциально плодородных пород Кузбасса в смеси с плодородными слоями почв и показано улучшение структурного состояния субстратов после посева люцерны и при естественном зарастании травами.

Для условий Западного Донбасса А. Н. Масюком (1990) приведено только 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 техногенных субстратов и серусодержащих горных пород шахтных отвалов Западного Донбасса в доступной нам литературе нет.

Цель исследований – определить макро- и микроструктурный состав, оценить агрегатное состояние и потенциальные возможности к структурообразованию сульфидных горных пород и техногенных субстратов на шахтных отвалах Западного Донбасса.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили на плоском отвале сульфидной горной породы на ПСП «Шахта «Павлоградская» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь».

Опытно-производственный участок декоративных древесно-кустарниковых растений на плоском отвале по долине реки Самары был рекультивирован в 1999 г. малозатратным физико-химическим способом НБС-ННЦ. В исследования включены 5 вариантов опыта: 1) сульфидная горная порода – ГП (контроль); техногенные субстраты: 2) тщательно перемешанная плантажным плугом на глубину до 60 см ГП с карбонатным суглинком – КС (ГП+КС); 3) окарбоначенная сульфидная горная порода с внесением и запахиванием на глубину 20 см древесных опилок – ДО (ГП+КС+ДО); 4) окарбоначенная горная порода с внесением и запахиванием аллювиальной почвы – АП (ГП+КС+АП); 5) окарбоначенная горная порода с внесением и запахиванием осадков хозяйственных стоков – ОХС (ГП+КС+ОХС). Отметим, что опилки, аллювиальная почва и осадки хозяйственных стоков на окарбоначенную горную породу отсыпались слоем 5 см. Норма отсыпки карбонатного желто-бурого лессовидного суглинка рассчитывалась по содержанию Ca^{2+} в суглинке и S валовой в сульфидной породе. В среднем на 1 га вносилось 800–1000 т суглинка. На этом участке заложено 9 разрезов и отобрано 13 образцов породы и субстратов для лабораторных исследований.

Гранулометрический состав сульфидной породы и техногенных субстратов (с подготовкой их к анализу пиррофосфатом натрия) и микроагрегатный состав определяли методом Н. А. Качинского; состав и водопрочность макроструктуры – по Н. И. Саввинову (Вадюнина, 1986); коэффициент водопрочности рассчитывали по суммарной внешней поверхности агрегатов (Агрофизические методы..., 1966), критерий водопрочности – по критерию АФИ (Медведев, 2008), водостойчивость структуры – по И. В. Кузнецовой (1979), фактор дисперсности и коэффициент структурности – по Н. А. Качинскому (1958), фактор структурности – по Фагелеру (Вадюнина, 1986), структурное состояние по готовности почв к посеву – по С. И. Долгову и П. У. Бахтину (Агрофизические методы..., 1966), степень агрегированности – по Бэйверу (Теория и методы физики почв, 2007).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Горная порода и техногенные субстраты на участке характеризовались тяжело- и среднесуглинистым иловато-песчаным гранулометрическим составом и только в

одном слое 0–40 см на варианте с осадками хозяйственных стоков (кека) он был легкосуглинистым крупнопылевато-песчаным. Техногенные субстраты за счет внесения суглинка и плодородных ингредиентов по сравнению с сульфидной породой значительно обогатились илом, особенно в слое 0–40 см. В двух слоях на глубине 40–50 см количество ила было таким же, как и на контроле, что можно объяснить меньшей глубиной плантажа при окарбоначивании породы суглинком в таких местах (табл. 1).

Микроагрегатный анализ свидетельствует о высокой микроструктурности как техногенных субстратов, так и горной породы (аргиллитов). Количество агрегированного ила высокое, что указывает на большое участие илистых частиц в образовании устойчивых микроагрегатов. Фактор дисперсности, рассчитанный по илистым фракциям, колебался от 3,7 до 14,9, что по оценочной шкале Е. В. Шеина (2007) для почв относится к высокой степени микроструктурности. На хорошую агрегированность породы и субстратов указывает существенное уменьшение (в 1,5–6 раз для субстратов) гранулометрических фракций физической глины по сравнению с количеством микроагрегатов <0,01 мм в породе (табл. 1). Это означает, что в агрегацию были вовлечены не только илистые, но и частицы средней и мелкой пыли. Известно (Медведев, 2008), что потенциал почвенной агрегации принадлежит не только пылеватым и илистым, но и более крупным фракциям, а потому была определена степень агрегированности частиц >0,05 мм по Бэйверу. Хорошая степень агрегированности песка определена лишь в одном случае на варианте окарбонированной породы с внесением аллювиальной почвы (табл. 1, разрез 12, слой 0–40 см). Агрегированность таких частиц других субстратов и горной породы была слабой, весьма слабой и даже низкой.

Количество наилучших микроагрегатов размером 0,25–0,05 и 0,05–0,01 мм больше всего было в слоях 0–40 см в окарбонированных субстратах с аллювиальной почвой (72–84 %). Немного меньше их было в горной породе (76–80 %) и еще меньше – на остальных вариантах опыта (65–75 %).

В итоге детальной оценки микроструктурного состояния горной породы и техногенных субстратов не удалось однозначно выявить лучший вариант опыта, хотя окарбонированная порода в смеси с аллювиальной почвой была несколько лучше микроагрегирована.

Возникает много вопросов в отношении хорошей микроагрегированности мелкозема сульфидной породы. С одной стороны, мизерное содержание в породе экстрагируемого углерода (0,08–0,15 %) и гумуса (0,13–0,20 %), обедненность илом (а значит вторичными минералами), кальцием и отсутствие в породе корней растений никак не способствовали агрегации механических элементов породы. С другой стороны, метаморфическая сульфидная порода каменноугольного периода обогащена общим углеродом (5–7 %), примесью углистых частиц, полуторными окислами (до 17 % Fe₂O₃ и до 8 % Al₂O₃). В кислой сульфидной породе содержится 200–600 мг/кг подвижного железа и 30–350 мг/кг алюминия, 3–6 мг-экв на 100 г навески обменного кальция и 9–13 % ила. Разумеется, что все эти показатели, в основном, были структурообразователями различных отложений прошлых геологических эпох. По всей вероятности при выносе на дневную поверхность углевмещающей горной породы перечисленные показатели, как и механизм дробления, главным образом, играют большую роль в процессах агрегации породы.

Микроагрегатный состав, характеризуя качественно новый структурный уровень организации твердой фазы почв, в значительной мере предопределяет показатели макроструктуры.

Известно, что макроагрегаты 10–0,25 мм – самые важные и агрономически ценные агрегаты, которые определяют почвенное плодородие, а их содержание – важнейший показатель структурного состояния субстратов и почв.

Таблица 1

Гранулометрический и микроагрегатный состав (в % на абсолютно сухую навеску) техногенного субстрата (разрезы 11–16) и сульфидной горной породы (разрез 23К) на опытно-производственном участке шахтного отвала ПСП «Шахта «Павлоградская», апрель 2010 г.

№ разреза, вариант опыта	Глубина, см	Содержание фракций, мм										Фактор дисперсности	Степень агрегированности
		гранулометрических					микроагрегатных						
		>0,05	>0,01	<0,01	<0,001	>0,05	>0,01	<0,01	<0,001				
23КГП	0–20	21,13	54,13	45,87	13,81	35,76	97,90	2,10	0,72	5,2	41		
11	0–40	36,44	53,58	46,42	29,06	41,70	79,30	20,70	1,08	3,7	13		
ГП+КС+ДО	41–50	22,74	44,90	55,10	21,62	9,82	58,96	41,04	2,04	9,4	Не опред.		
18ПНК±ДО	0–40	28,94	48,92	51,08	28,98	39,08	75,26	24,74	2,44	8,4	26		
12	0–40	9,86	49,52	50,48	32,00	37,92	77,92	22,08	1,56	4,9	74		
ГП+КС+АП	41–55	24,30	45,84	54,16	26,62	40,78	90,54	9,46	0,98	3,7	40		
17ПНК±АП	0–40	41,78	55,76	44,24	27,76	47,74	81,28	18,72	1,82	6,5	12		
13	0–40	53,14	71,06	28,94	16,66	56,50	83,28	16,72	1,70	10,2	6		
ГП+КС+ОХС	41–50	47,00	63,96	36,04	14,90	44,24	77,88	22,12	2,02	13,5	Не опред.		
16ПНК+ОХС	0–40	32,50	52,86	47,14	26,12	45,30	79,46	20,54	1,66	6,3	28		
14 ГП+КС	0–40	39,40	56,52	43,48	24,16	41,32	77,00	23,00	1,02	4,2	5		
15	0–40	41,70	56,30	43,70	23,48	49,96	80,94	19,06	0,86	3,7	17		
ГП+КС	41–50	49,08	65,56	34,44	13,72	54,58	91,56	8,44	2,04	14,9	10		

По содержанию агрономически ценных агрегатов и коэффициентам структурности Качинского все изучаемые техногенные субстраты, как и горная сульфидная порода, характеризовались хорошим и отличным агрегатным состоянием: количество агрегатов 10–0,25 мм во всех случаях было больше 55 %, а коэффициент структурности – выше 1,2 (табл. 2). Характерно, что оба диагностических критерия оструктуренности породы и субстратов полностью совпали. Такими же высокими показателями оструктуренности характеризовались порода и субстраты и по другим определениям (табл. 3).

Важным фактором, определяющим сложение и устойчивость во времени почв и субстратов суглинисто-глинистого гранулометрического состава, является водопрочность их структуры, которая характеризует качественное состояние структурных отдельностей.

Оценка структурного состояния субстрата и почв по Долгову, Бахтину (Агрофизические методы..., 1966) по количеству воздушно-сухих и водопрочных агрегатов размером 0,25–10 мм свидетельствует о хорошем структурном состоянии всех техногенных субстратов: в них содержалось 81–72 % воздушно-сухих и 88–57 % водопрочных агрегатов.

Таблица 2

Структурный состав (в % на абсолютно сухую навеску) и коэффициент структурности техногенных субстратов (разрезы 11–18) и сульфидной горной породы (разрез 23К) на опытно-производственном участке шахтного отвала, ПСП «Шахта «Павлоградская», апрель 2010 г.

№ разреза, вариант опыта	Глубина, см	Размер агрегатов, мм			Коэффициент структурности
		> 10	10–0,25	< 0,25	
23К ГП	0–20	9,35	88,03	2,62	7,3
11	0–40	33,13	61,39	5,48	1,6
ГП+КС+ДО	41–50	38,43	59,06	2,51	1,4
18 ГП+КС+ДО	0–40	20,06	72,27	7,67	2,6
12	0–40	36,85	57,75	5,40	1,4
ГП+КС+АП	41–55	41,30	55,75	2,95	1,2
17 ГП+КС+АП	0–40	36,52	55,42	8,06	1,2
13	0–40	29,10	57,80	13,10	1,4
ГП+КС+ОХС	41–50	22,69	69,99	7,32	2,3
16 ГП+КС+ОХС	0–40	26,34	66,86	6,81	2,0
14 ГП+КС	0–40	36,98	57,06	5,96	1,3
15	0–40	39,46	54,84	5,70	1,2
ГП+КС	41–50	40,30	56,04	3,66	1,3

Количество агрегатов >0,25 мм при мокром просеивании во всех техногенных субстратах колебалось от 53 до 88 %, что по шкале Качинского характеризует их хорошую, отличную и избыточно высокую степень водостойчивости (табл. 3).

Критерии водопрочности агрегатов АФИ, определенные по отношению суммы агрегатов 1–0,25 мм при мокром и сухом просеивании, колебались от 364 до 701 и свидетельствовали о хорошей и очень хорошей водопрочности таких агрегатов (табл. 3). Вместе с тем коэффициенты водопрочности, определенные по суммарной внешней поверхности агрегатов (Агрофизические методы..., 1966) были в пределах 0,20–0,28, что характеризует низкую водопрочность всех техногенных субстратов (табл. 3).

Известно (Вадюнина, 1986; Качинский, 1947; Кузнецова, 1979; Медведев, 2008), что оценочные градации меняются в зависимости от генезиса почв, минералогического и гранулометрического составов и других показателей, а потому их следует считать ориентировочно-оценочными. В большей мере это относится к техногенным субстратам на шахтных отвалах сульфидных пород. Вместе с тем,

Таблица 3

Структурный состав (в % на абсолютно сухую навеску) и водостойчивость техногенных субстратов (разрезы 19-22) и сульфидной горной породы (разрез 23К) на опытно-производственном участке шахтного отвала (по результатам сухого /в числителе/ и мокрого /в знаменателе/ просеивания)

№ разреза, вариант опыта	Глубина, см	Содержание фракций, мм								Водопрочность, коэффициент / критерий	
		>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25		<0,25
23К ГП	5-35	9,35	12,26	16,04	11,10 Не опр.*	5,23 Не опр.	34,09 Не опр.	4,83 Не опр.	4,42 Не опр.	2,68 Не опр.	
19	0-40	15,95	10,56	11,86	8,90 7,14	5,36 2,06	30,96 15,20	5,14 10,50	8,10 33,91	3,17 31,91	0,21 / 335
ГП+КС+ДО	41-50	20,64	15,61	15,79	8,66 6,15	4,00 7,00	18,51 24,74	2,36 8,10	8,66 28,90	5,77 25,11	0,28 / 335
20	0-40	22,99	10,17	9,63	7,94 3,76	2,75 1,33	26,44 14,38	6,96 11,20	8,80 29,64	4,32 39,69	0,20 / 259
ГП+КС+АП	41-50	26,31	18,00	13,02	9,52 11,97	3,93 5,08	20,22 37,72	3,39 11,85	3,17 20,87	2,44 12,51	0,24 / 499
21	0-40	19,69	10,12	9,22	7,70 2,23	3,92 1,35	23,22 13,12	6,70 7,91	10,87 35,32	8,56 40,07	0,22 / 245
ГП+КС+ОХС	41-50	24,00	17,92	13,28	9,00 10,17	5,72 3,91	20,32 21,82	2,72 28,16	4,18 20,25	2,86 15,69	0,23 / 701
22	0-40	19,07	11,42	9,93	8,29 2,25	5,08 1,27	23,62 9,65	6,15 8,37	10,52 35,71	5,92 42,75	0,22 / 264

* Не определяли из-за высокой скелетности сульфидной горной породы.

всесторонняя оценка микро- и макроструктурного состояния техногенных субстратов позволяет (пусть и ориентировочно) определить параметры оструктуренности таких образований и сравнить их с оценочными параметрами соответствующих зональных почв.

ВЫВОДЫ

Окарбоначивание сульфидной горной породы CaCO_3 в смеси с плодородными ингредиентами оптимизировало соотношение песчано-пылевато-илистых фракций и повысило илистость техногенных субстратов.

Установлена высокая микроструктуренность и агрегированность ила мелкозема как субстратов, так и горной породы. Определено, что в агрегацию были вовлечены не только илистые, но и частицы мелкой и средней пыли; агрегированность песка была низкой. Лучшими показателями микроагрегированности отличалась окарбоначенная горная порода в смеси с аллювиальной почвой.

К важнейшим факторам агрегации аргиллитов следует отнести: обогащенность общим углеродом, полуторными окислами, а также подвижными формами алюминия и железа, наличие илисто-пылеватых частиц и интенсивные механизмы дробления при выносе углевмещающей породы на дневную поверхность.

Техногенные субстраты и сульфидная порода характеризуются высоким содержанием агрономически ценных агрегатов (10–0,25 мм), хорошей оструктуренностью и агрегатным состоянием, а также высокой степенью водостойчивости агрегатов по шкалам Н. А. Качинского и АФИ, но низкой – по суммарной удельной поверхности агрегатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

Агрофизические методы исследования почв / Отв. ред. С. И. Долгов. – М. : Наука, 1966. – 259 с.

“Agrophysical research methods of soil”, 1966, Ed. S. I. Dolgov, Moscow, Nauka, 259 p.

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.

Androkhonov, V. A., Kurachev, V. M., 2010, “Soil and environmental condition of man-made landscapes: the dynamics and assessment”, Novosibirsk, Publishing House of SB RAS, 224 p.

Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М. : Агропромиздат, 1986. – 416 с.

Vadyunina, A. F., Korchagina, Z. A., 1986, “Methods for studying the physical properties of soils”, Moscow, Agropromizdat, 416 p.

Вильямс В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В. Р. Вильямс. – М. : Сельхозгиз, 1940. – 448 с.

Viliams, V. R., 1940, “Soil Science. Agriculture is the basics of soil science”, Moscow, Sel'khozgiz, 448 p.

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.

Gedroyc, K. K., 1926, “On the question of the structure of the soil and its agricultural value”, Math. of State Institute of Experimental Agronomy, 4, no. 3, pp. 117–127.

Докучаев В. В. Русский чернозем / В. В. Докучаев. – СПб., 1883. – 376 с.

Dokuchaev, V. V., 1883, “Russian black soil”, St. Petersburg, 376 p.

Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н. А. Качинский. – М. : Изд-во АН СССР, 1958. – 192 с.

Kacynskiy, N. A., 1958, “Mechanical and micro-soil composition, methods of study”, Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 192 p.

Качинский Н. А. О структуре почвы, некоторых водных ее свойствах и дифференциальной порозности / Н. А. Качинский // Почвоведение. – 1947. – № 6. – С. 336-348.

Kacynskiy, N. A., 1947, “On the structure of the soil, some of the water its properties, and differential porosity”, Eurasian Soil Science, no. 6, pp. 336–348.

Кузнецова И. В. О некоторых критериях оценки физических свойств почв / И. В. Кузнецова // Почвоведение. – 1979. – № 3. – С. 81-88.

Kuznetsova, I. V., 1979, "On some criteria for evaluation of the physical properties of soils", Eurasian Soil Science, no. 3, pp. 81–88.

Масюк А. Н. Особенности диагностики почвообразования на рекультивированных землях / А. Н. Масюк // Тез. докл. III делегат. съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР. Почвоведение. – Х. : УкрНИИ почвоведения и агрохимии, 1990. – С. 109-111.

Masuk, A. N., 1990, "The diagnostic features of soil formation on reclaimed land", Math. of Congress of Soil Science and agrochemical Ukrainian SSR. Soil Science, Kharkov, Ukrainian Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry, pp. 109–111 .

Медведев В. В. Структура почвы: методы, генезис, классификация, география, мониторинг, охрана / В. В. Медведев. – Х. : 13 типография, 2008. – 406 с.

Medvedev, V. V., 2008, "Soil structure: Methods, genesis, classification, geography, monitoring, protection", Kharkov, 13 Printing House, 406 p.

Соколовский А. Н. Структура почв и ее сельскохозяйственная ценность. Избранные труды / А. Н. Соколовский. – К. : Урожай, 1971. – С. 166-178.

Sokolovsky, A. N., 1971, "The soil structure and its agricultural value. Selected works", Kyiv, Urozhay, pp. 166–178.

Тарасов П. А. Некоторые агрофизические характеристики рекультивированных земель КАТЭКа / П. А. Тарасов // Тез. докл. VIII Всесоюзного съезда почвоведов. – Новосибирск, 1989. – Кн. 1. – С. 212.

Tarasov, P. A., 1989, "Some agro-physical characteristics of reclaimed land KATEK", Proc. Reports VIII All-Union Congress of Soil Science, Novosibirsk, Pr. 1, p. 212.

Теории и методы физики почв / Под ред. Е. В. Шеина и Л. О. Карпачевского. – М. : Гриф и К, 2007. – 616 с.

"Theories and methods of soil physics: collective monograph", 2007, Ed. E. V. Shein and L. O. Karpachevsky, Moscow, Grif & Co, 616 p.

Стаття надійшла в редакцію: 27.05.2013

Рекомендує до друку: д-р. с.-г. наук М. Є. Опанасенко