

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРВИННОГО ҐРУНТОУТВОРЕННЯ НА ПОВЕРХНІ ТЕРИКОНІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ДОНБАСУ

Національний авіаційний університет

Визначено закономірності та надано екологічну оцінку процесів первинного ґрунтоутворення на поверхні териконів вугільних шахт Донбасу в природних умовах та під впливом рослинного покриву.

Ключові слова: терикони, відвальна порода, ґрунтоутворення, рослинний покрив.

Ю. Н. Попа

Национальный авиационный университет

ОСОБЕННОСТИ ПЕРВИЧНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕРРИКОНОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА

Определены закономерности и дана экологическая оценка процессов первичного почвообразования на поверхности терриконов угольных шахт Донбасса в естественных условиях и под воздействием растительного покрова.

Ключевые слова: терриконы, отвальная порода, почвообразование, растительный покров.

Yu. N. Popa

National Aviation University

FEATURES OF PRIMARY SOIL FORMATION ON THE SURFACE OF WASTE BANKS OF COAL MINES OF DONBAS

The mechanism and environmental assessment of primary soil formation processes on the surface of waste banks of coal mines of Donbas in natural conditions and under the influence of vegetation cover are presented.

Key words: waste banks, recement, primary soil formation, vegetation cover.

Первинне ґрунтоутворення на поверхні териконів вугільних шахт Донбасу вперше було розглянуто більше ніж 50 років тому в зв'язку з проблемою озеленення їх поверхні (Логгинов, 1971). У 1980–1995 рр. систематичні дослідження процесів первинного ґрунтоутворення на поверхні териконів вугільних шахт Донбасу проводились в Українській сільгоспакадемії в лабораторії екології та відновлення порушених земель (ЛЕВПЗ) (Козак, 1992), що дало змогу в цілому визначити деякі екологічні параметри первинного ґрунтоутворення (Попа, 1984, 1990) та особливості процесів вивітрювання гірських порід на поверхні відвалів (Козак, 1992), розробити технологічні схеми та скласти перелік придатних для озеленення поверхні відвалів видів рослин (Попа, 1991). У цілому обране свого часу у ЛЕВПЗ направлення екологічних досліджень первинного ґрунтоутворення стає дедалі актуальнішим, що підтверджується працями інших авторів (Гончева, 1996; Махонина, 1996; Панков, 1996 та ін.).

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета роботи полягає у визначенні закономірностей процесів первинного ґрунтоутворення на териконах вугільних шахт Донбасу. Дослідження проведені за загальноприйнятими в біогеоценології методами і методиками досліджень (Сукачев, 1974; Етеревская, 1978), адаптованими до вивчення процесів первинного ґрунтоутворення на поверхні породних відвалів вугільних шахт Донбасу, проведених автором у 1981–1995 рр. у ЛЕВПЗ, та в 2002–2006 рр. на кафедрі екології Національного авіаційного університету. Об'єкти досліджень розташовані в Донбасі, у Луганській (м. Луганськ, Лисичанськ, Красний Луч), Донецькій (м. Донецьк, Макєєва) та Ростовській (м. Шахти, Новошахтинськ, Гуково) областях. Роботи проведені на поверхні

териконів вугільних шахт у лісових насадженнях різного віку, видового складу та створені за різними технологіями (Попа, 1985). У роботі наведені матеріали досліджень екології первинного ґрунтоутворення в штучних біогеоценозах, створених на породних відвалах антрацитових шахт «Пролетарська диктатура», «Майская» (м. Шахти), ім. Кірова (м. Новошахтинськ) та № 46 і ім. Леніна (м. Макєєвка) з включенням деяких узагальнених результатів, отриманих при проведенні досліджень на понад 50 териконах у регіоні (Попа, 1990). Матеріали досліджень охоплюють результати аналізу процесів первинного ґрунтоутворення на поверхні породних відвалів вугільних шахт, які включають результати агрохімічних аналізів верхніх шарів ґрунту, результати досліджень динаміки рослинності, мікрокліматичних умов первинного ґрунтоутворення, результати гідрологічних досліджень, особливості кругообігу основних поживних речовин та стійкості створених штучних біогеоценозів. Детальні дослідження динаміки механічного складу верхнього 0–20 см шару гірської породи проведені на поверхні відвалу № 4 шахти «Пролетарська диктатура», що входить у ланцюг із 7 териконів, сформованих упродовж 1925–1971 рр. Загальна площа поверхні відвалів, придатної для озеленення, становить 11,4 га, у тому числі на териконі № 3 – 2,5 га. Загальна площа створених на відвалах шахти «Пролетарська диктатура» зелених насаджень станом на 01.01.03 р. становить 11,4 га., що дає змогу говорити про завершення проекту їх озеленення. Навесні 1982 р. на південно-західному схилі зазначеного терикону закладено низку дослідних ділянок з метою вивчення процесу первинного ґрунтоутворення на поверхні породних відвалів під впливом різних екологічних факторів. Дослідні ділянки № 1, 2, 3 та 4 розташовані зверху донизу відповідно у верхньому, середньому та нижньому ярусах. Площа кожної дослідної ділянки – 0,5 га. На всіх ділянках були проведені польове та лабораторне дослідження верхніх шарів материнської гірської породи.

Ділянка № 1 – розташована у верхній частині відвалу та характеризується наявністю осередків горіння гірської породи.

Ділянка № 2 – розташована в середній частині схилу біля дороги вивезення відвальної породи.

Ділянки № 3, 4 – охоплюють нижню частину північного та західного схилів.

Наступні дослідні ділянки (№ 10, 11, 12) розташовані на поверхні породного відвалу шахти ім. Кірова виробничого об'єднання «Ростоввугілля» у м. Новошахтинськ.

Ділянка № 10 – розташована у верхній частині південного схилу відвалу шахти ім. Кірова виробничого об'єднання «Ростоввугілля» у м. Новошахтинськ.

Ділянка № 11 розташована у середній частині південного схилу терикону.

Ділянка № 12 розташована у нижній частині південного схилу відвалу.

Агрохімічна характеристика верхнього шару гірської породи на дослідних ділянках у межах визначених горизонтів наведена в табл. 1. У подальшому на дослідних ділянках систематично проводився відбір зразків породи відповідно до виділених горизонтів з подальшим аналізом фракційного складу ситовим способом з визначенням польової вологи, динаміки фракційного складу та розмірів середніх часток дрібноземної (<3 мм) фракції.

Середні за розміром зразки гірської породи аналізували в лабораторних умовах з визначенням умісту основних поживних речовин (N, P, K), значень рН та інших агрохімічних показників. При проведенні як польових, так і лабораторних досліджень використані загальноприйняті методи досліджень: агрохімічні, фітоценотичні, екологічні та методи оцінки стійкості створених штучних біогеоценозів (Логгинов, 1971; Етеревская, 1978). Указані методики відповідають сучасним вимогам проведення екологічних досліджень та критеріям оцінки достовірності, про що свідчать результати обробки зібраних даних статистично-математичними методами.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати проведених досліджень засвідчили, що об'єктивною характеристикою швидкості перебігу процесів первинного ґрунтоутворення на поверхні породних відвалів вугільних шахт у регіоні є показники швидкості вивітрювання гірських

**Характеристика верхнього шару гірської породи
на момент створення зелених насаджень**

Вугільна шахта, відвал, ділянка.	Гли- бина, см	С, %	рН витяжки		Н ₂ , мг екв. 100 г	Доступні форми, мг/ 100 г ґрунту			
			Н ₂ О	КСІ		НН ₄	NO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пролетарська диктатура	0–6	1,9	4,7	4,5	6,7	3,5	13,4	19,8	15,0
Відвал № 4. Ділянка № 1	6–33	1,0	4,5	4,3	8,3	2,4	8,6	19,9	14,3
	>33	0,5	4,6	4,2	5,8	3,1	3,6	17,2	6,8
Пролетарська диктатура	0–7	2,0	4,2	3,8	4,0	0,8	1,1	12,6	13,4
Відвал № 4. Ділянка № 2	7–19	2,7	5,1	3,9	1,6	0,6	0,2	7,2	9,2
	>19	2,5	5,0	4,0	1,0	0,7	0,1	6,0	5,0
Пролетарська диктатура	0–9	4,0	4,1	3,5	5,2	0,4	0,1	20,4	15,5
Відвал № 4. Ділянка № 3	9–43	4,4	4,3	3,7	4,2	0,6	0,3	13,6	12,2
	>43	4,4	4,9	3,7	4,0	0,5	0,1	3,3	10,2
Пролетарська диктатура	0–9	4,0	4,1	3,5	5,2	0,4	0,1	20,4	15,5
Відвал № 4. Ділянка № 4	9–43	4,4	4,3	3,7	4,2	0,6	0,3	13,6	12,2
	>43	4,4	4,9	3,7	4,0	0,5	0,1	3,3	10,3
Ім. Кірова Відвал № 4.	0–8	3,2	4,1	3,2	8,8	–	–	1,6	1,9
Ділянка № 10	>8	2,5	3,7	3,0	8,3	–	–	2,0	1,7
Ім. Кірова	0–12	2,6	3,8	3,5	8,6	–	–	3,3	1,6
Відвал № 4.	12–33	3,4	3,6	3,4	9,2	–	–	0,1	1,4
Ділянка № 11	>33	4,4	3,6	3,4	8,1	–	–	1,4	1,8
Ім. Кірова	0–8	4,3	4,2	3,4	7,8	–	–	1,6	1,7
Відвал № 4. Ділянка № 12	8–30	4,4	4,3	3,8	6,0	–	–	3,4	1,6
	>30	4,7	4,4	3,6	5,8	–	–	1,6	1,2

порід та швидкості утворення фракції дрібнозему (Логгинов, 1990). Ці показники значною мірою залежать від складу відвальної маси, закономірностей її сегрегації, віку відвалу та деяких інших параметрів. При цьому склад відвальної маси доволі різноманітний. В основному це аргіліти, алевроліти, мергелі, вапняки, вуглисто-глинисті та піщано-глинисті сланці, піщаники та кам'яне вугілля. Уміст останнього у відвальній масі становить 3–30 %. У верхньому шарі гірської породи відвалів домінують фракції розміром 0,25–30 мм, які становлять до 70 % маси верхнього відвального шару. Каміння розміром 30–150 мм становить 15–20 %, 150–500 мм – 8–10 % (табл. 2). Щільність ґрунтоутворюючої гірської породи дорівнює від 1,5 (вугілля) до 2,2 т/м³ (алевроліти). Середнє значення об'ємної ваги становить 0,8–1,6 т/м³, коефіцієнт розпушування – 1,15–1,45. Поверхня породних відвалів характеризується значною мозаїчністю, що передусім обумовлено формуванням відвалів гірськими породами з різних горизонтів. З іншого боку, мозаїчність поверхні відвалів обумовлена також впливом осередків горіння гірської породи, що викликають дуже високу кислотність (до значень рН = 2) та істотне зменшення у зв'язку із цим умісту органічної речовини (Логгинов, 1991). Одним з основних показників стану гірської породи на поверхні породних відвалів є щільність дрібнозему, що обумовлює глибину промочування (Попа, 1984). Швидкість ґрунтоутворення головним чином пов'язана зі швидкістю утворення дрібної фракції (< 3 мм), а також місткістю основних поживних речовин (N, P, K), кислотністю та глибиною промочування (Попа, 1984). Швидкість ґрунтоутворення головним чином пов'язана зі швидкістю утворення фракції дрібнозему (< 3 мм), яку можна визначити за формулою

$$K = 100 - \frac{P_2 \times 100}{P_1}, \%$$

де K – коефіцієнт, що визначає швидкість утворення фракції дрібнозему, %;

P_1 – маса фракції дрібнозему на початковому періоді дослідження, % від загальної;

P_2 – маса фракції дрібнозему на кінець періоду проведених дослідження, % від загальної.

Іншим істотним показником є швидкість вивітрювання гірської породи, яка ви-
значається за формулою $K_1 = \frac{P_1}{P_2} 100$, %, де K_1 – коефіцієнт швидкості вивітрювання, %;

P_1 – середній розмір частинок на початок періоду проведення досліджень, мм;
 P_2 – середній розмір частинок на кінець періоду проведення досліджень, мм.

Таблиця 2

**Динаміка механічного складу верхнього 0–20 см шару гірської породи
на поверхні відвалу № 4 антрацитової шахти «Пролетарська диктатура»
(ділянки № 1, 2, 3, 4) та відвалу № 4 вугільної шахти ім. Кірова (ділянки № 10, 11, 12)**

№ ділянки.	Рік відбору зразків	Розмір частинок, мм (%)										Середній розмір частинок, мм.	Сума частинок розміром 3 мм
		>60	60–30	30–10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,25	<0,25		
1	1982	33,1	8,6	12,3	11,2	7,6	9,0	5,5	6,0	3,5	3,2	44,4	17,2
	1992	22,9	8,1	15,4	13,8	9,8	9,4	5,6	6,2	5,1	3,7	38,7	20,6
2	1982	36,5	7,4	11,9	12,6	5,4	8,8	5,1	5,2	3,8	3,3	46,8	17,4
	1992	27,6	9,0	15,0	14,1	6,2	5,3	8,4	5,5	5,2	3,7	41,3	22,8
3	1982	44,5	11,3	19,1	10,2	4,6	5,1	2,0	1,2	1,0	1,0	58,7	5,2
	1992	31,9	13,3	17,6	7,3	5,2	4,0	5,9	3,8	3,1	2,7	49,8	15,5
4.	1982	41,1	12,1	15,6	5,7	4,0	5,3	4,4	5,8	3,6	2,4	54,5	16,2
	1992	39,2	12,4	15,8	5,9	4,1	5,6	4,6	6,1	3,8	2,5	51,9	17,0
10	1982	14,3	9,7	5,0	9,0	10,5	16,1	9,4	10,0	7,9	8,1	19,4	35,4
	1992	11,9	10,1	5,4	9,4	10,7	16,3	9,8	10,2	8,0	8,2	17,7	36,2
11	1982	10,5	3,6	5,9	7,3	6,2	11,0	11,6	14,4	16,5	13,0	13,5	55,5
	1992	7,9	3,9	6,2	8,0	6,4	11,5	11,9	14,5	16,7	13,0	11,4	57,1
12	1982	54,4	20,4	8,5	7,3	5,8	2,3	0,9	0,2	0,1	0,1	55,5	1,3
	1992	48,6	23,1	9,4	7,4	6,0	3,2	1,2	0,4	0,2	0,2	52,2	2,0

Аналіз швидкості перебігу процесів вивітрювання гірських порід за десятирічний період свідчить про деякі закономірності зміни показника залежно від місця розташування ділянки на схилі, наявності рослинного покриву та середнього розміру уламків гірських порід. Так, значення K_1 для південно-західного схилу відвалу № 4 шахти «Пролетарська диктатура», який визначається впливом 7-річних насаджень акації білої, збільшується зверху донизу з 14,7 до 17,9 % при значенні 5,0 % для нижньої частини схилу за умови відсутності впливу рослинності (контроль). Остання закономірність була перевірена на незалісених ділянках на південному схилі відвалу шахти ім. Кірова, де значення коефіцієнту вивітрювання гірських порід за час проведення дослідів (1982–1992 рр.) становили відповідно зверху донизу від 6,5 до 9,6 %. Щодо швидкості утворення фракції дрібнозему (< 3 мм), то тут визначені аналогічні закономірності. Так, на першому профілі на відвалі шахти «Пролетарська диктатура» швидкість утворення фракції дрібнозему зверху донизу збільшилась з 19,8 до 198,0 %, порівняно з 4,9 % на контролі. На другому профілі швидкість утворення дрібнозему значно менша та дорівнює 2,3 % для верхнього ярусу і 53,8 % для нижнього. Отже, створення насаджень дерев та чагарників на поверхні породних відвалів вугільних шахт у Донбасі забезпечує значне прискорення протікання процесів ґрунтоутворення, що можна пояснити впливом біологічно-активних речовин у межах коріння насиченого шару гірської породи (Козак, 1992). Отримані результати в цілому свідчать, що в умовах Донбасу товщина шару гірської породи, у якій відбуваються процеси первинного ґрунтоутворення, обмежується максимальною глибиною промочування (Попа, 1984), яка, у свою чергу, обмежує глибину розповсюдження коріння рослин у ґрунті. Визначена закономірність свідчить про можливість управління процесом первинного ґрунтоутворення завдяки регулюванню насамперед зміною товщини коріння

проникливого шару гірської породи шляхом формування поверхні відвалів, регулювання поверхневого стоку на схилах, організації і проведення зрошення. Такі заходи можуть забезпечити значну інтенсифікацію процесів первинного ґрунтоутворення на поверхні породних відвалів вугільних шахт у регіоні. Ці висновки в цілому збігаються з нашими попередніми результатами, які були отримані ще під час вивчення впливу рослинності на стан поверхні залісених породних відвалів в умовах Центрального і Східного Донбасу (Попа, 1984, 1985, 1990; Козак, 1992). При цьому максимальна глибина промочування поверхневого шару відвальної породи териконів, визначена під час танення снігу, обумовлена кількістю вологи та визначається в межах достовірного показника рівнянням

$$\Gamma_n = 0,583 z_n + 6,$$

де z_n – запаси вологи в снігу, мм; Γ_n – глибина промочування верхнього шару відвальної породи, см.

Ще більш репрезентативним є залежність товщини горизонту вмивання ($T_{ув}$) від максимальної глибини промочування верхнього шару гірських порід (Γ_n), що описуються в межах достовірного показника рівнянням $\Gamma_n = 0,07 T_{ув}$

Певною мірою глибина промочування гірської породи залежить від ступеня її розкладення, що, у свою чергу, обумовлює зменшення об'ємної ваги. У процесі проведення досліджень встановлено достовірну залежність між повною польовою вологоємністю (B_n) та об'ємною вагою (B_o) гірської породи, яка описується рівнянням $B_n = 0,051 B_o + 68$.

Це підтверджується також достовірною залежністю між середніми розмірами фракції відвальної породи (C_ϕ) та її об'ємною вагою (B_o), яка виражена рівнянням: $B_o = \log C_\phi + 1,38$.

Наведені закономірності свідчать про взаємозв'язок між основними показниками стану гірської породи та швидкістю первинного ґрунтоутворення.

Руйнування уламків гірської породи під впливом температури, вологи, механічної дії тіл під час сегрегації, живих істот та інших факторів обумовлює зменшення розмірів середньої фракції (P) та відповідно збільшення площі їх поверхні (Π_n), що в межах достовірного описується рівнянням $\Pi_n = 13,06 + \frac{1}{P}$.

Збільшення сумарної площі поверхні уламків гірських порід у процесі вивітрювання обумовлює інтенсифікацію процесів їх подальшої трансформації. Насамперед це проявляється в збільшенні інтенсивності впливу хімічних речовин та відповідно до цього прискорення диференціації верхнього шару відвальних порід на горизонті. При цьому істотно впливають біологічно-активні речовини, що виділяють коріння рослин, які попадають у товщу гірської породи в процесі розкладання решток біологічного походження (Попа, 1990; Козак, 1992). Звільнення хімічних речовин під час руйнування гірських порід обумовлює інтенсифікацію перебігу хімічних процесів, передусім окислювально-відновлювальних (Етеревская, 1978). Наявність у гірській породі хімічних сполук, таких як пірит, які активно окислюються, обумовлює виділення значної кількості теплової енергії, що може призвести до самоzapалювання відвалів. З іншого боку, нагрівання відвальної породи може спричинити прискорення протікання хімічних реакцій та за деяких умов привести до спікання гірської породи у великі за розміром моноліти. Значна місткість таких хімічних речовин, як залізо (до 55 % за масою), сірка (до 15 %), вуглець (до 30 %) та деяких інших, таких як Si, Al, Cu, обумовлює своєрідність умов ґрунтоутворення на поверхні породних відвалів у регіоні, оскільки часто ці хімічні сполуки є токсичними для живих істот. Отже, у цих умовах не завжди можна створювати повноцінні насадження дерев і чагарників, посіви трав'яних рослин. Це пояснює також те, що створені на поверхні породних відвалів насадження з часом всихають (табл. 3). У цілому цю проблему можна розв'язати шляхом покращення гідрологічного режиму верхнього шару гірської породи зрошенням, проведенням робіт із затримання опадів, зменшення інтенсивності стоку води з поверхні (Логгинов, 1971).

Таблиця 3

Динаміка продуктивності органічної маси та санітарного стану насаджень акації білої, створених 1975 р. на поверхні середнього ярусу південного схилу породного відвалу № 7 шахти «Пролетарська диктатура» у перерахунку на 1 га

Вік насаджень	Рік проведення досліджень	Фітомаса в абсолют-но-сухому стані, т/га*			Річний відпад фітомаси, т/га			% збереження дерев	% хворих і сухих дерев від висаджених	Клас бонітету
		Загальна	у т.ч. частини:		Загальна	у т.ч. части-ни:				
			Підземна	Надземна		Підземна	Надземна			
6	1981	4,9	2,9	2,0	1,6	0	1,6	88	0,2	Ів
7	1982	6,7	3,8	2,9	2,2	0,1	2,1	86	3,7	Іб
8	1983	9,3	5,1	4,2	3,2	0,3	2,9	81	9,4	Іа
9	1984	13,	6,0	7,9	4,4	0,5	3,9	79	12,6	І
10	1985	9	9,9	14,6	5,5	0,7	4,8	65	19,8	І
11	1986	24,	11,3	22,5	5,6	0,8	4,8	58	24,5	ІІ
12	1987	5	14,6	26,7	6,8	1,2	5,6	47	37,9	ІІ
		33,								
		8								
		41,								
		3								

* 3 урахуванням річного відпаду.

Це істотно покращує умови росту та розвитку рослин (Попа, 1984), які обумовлюють збільшення інтенсивності процесів ґрунтоутворення, що підтверджується результатами закладених нами дослідів.

ВИСНОВКИ

Як підсумок проведених досліджень, можна зробити такі висновки:

1. Процес первинного ґрунтоутворення на поверхні породних відвалів вугільних шахт Донбасу відбувається повільно та значною мірою залежить від швидкості вивітрювання гірських порід та швидкості утворення фракції дрібнозему (< 3 мм).

2. Швидкість перебігу процесів первинного ґрунтоутворення на поверхні породних відвалів вугільних шахт можливо оцінювати за коефіцієнтом вивітрювання гірських порід (K) та коефіцієнтом утворення фракції дрібнозему (K_1), які є показниками ефективності дії екологічних факторів первинного ґрунтоутворення на поверхні відвалів.

3. Швидкість процесу первинного ґрунтоутворення на поверхні породних відвалів вугільних шахт в Донбасі можна прискорювати створенням насаджень дерев та чагарників, посівів трав'янистої рослинності, проведення заходів з оптимізації водного режиму, оптимізації балансу основних поживних речовин та внесення меліорантів.

4. У цілому процес первинного ґрунтоутворення на поверхні породних відвалів вугільних шахт в Донбасі може бути керованим шляхом управління основними екологічними процесами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Генчева С. Некоторые особенности начального почвообразовательного процесса на техногенных субстратах / С. Генчева // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Тезисы докладов Международного совещания. Екатеринбург, 26–29 августа 1996 г. – Екатеринбург : Изд-во Уральского отд. РАН, 1996. – С. 32.

Етеревская Л. В. Общее направление почвенных и агрохимических исследований при решении задач биологической рекультивации / Л. В. Етеревская, А. Д. Михновская, В. А. Угарова // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М. : Наука, 1978. – С. 105-114.

Козак А. В. Роль выветривания отвалных пород антрацитовых шахт Донбасса в процессе первичного почвообразования / А. В. Козак, Ю. Н. Попа, М. В. Сбитная // Оптимизация лесовыращивания. Сб. научных трудов Украинской СХА. – К. : Изд. Украинской СХА, 1992. – С. 98-107.

Логгинов Б. И. Возможности озеленения терриконов Донбасса / Б. И. Логгинов // Растения и промышленная среда. – К. : Наук. думка, 1971. – С. 124-128.

Логгинов Б. И. Подстилка в лесных насаждениях на терриконах антрацитовых шахт Донбасса / Б. И. Логгинов, Ю. Н. Попа, А. В. Козак и др. // Известия вузов: Лесной журнал. – 1991. – № 1. – С. 117-118.

Махонина Г. И. Почвообразование в техногенных экосистемах Урала / Г. И. Махонина // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Тезисы докладов Международного совещания. Екатеринбург, 26–29 августа 1996 г. – Екатеринбург : Изд-во Уральского отд. РАН, 1996. – С. 103-104.

Моторина Л. В. Экологические основы рекультивации земель / Л. В. Моторина, А. И. Савич, Л. Х. Таймуразова и др. – М. : Наука, 1985. – 183 с.

Панков Я. В. Почвоулучшающая роль лесных насаждений на нарушенных землях КМА / Я. В. Панков, Э. М. Трещевский, В. Е. Боев // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Тезисы докладов Международного совещания. Екатеринбург, 26–29 августа 1996 г. – Екатеринбург : Изд-во Уральского отд. РАН, 1996. – С. 116-117.

Попа Ю. Н. Технология биологической консервации терриконов угольных шахт Донбасса / Ю. Н. Попа. – К. : Изд-во Украинской СХА, 1991. – 26 с.

Попа Ю. Н. Накопление и отпад органической массы в защитно-декоративных лесонасаждениях акации белой на терриконах угольных шахт Донбасса / Ю. Н. Попа, А. В. Козак, Л. С. Киричек и др. // Лесовосстановление и защитное лесоразведение. Сборник научных трудов Украинской СХА. – К. : Изд-во Украинской СХА, 1990. – С. 76-82.

Попа Ю. Н. Средоулучшающая роль защитно-декоративных насаждений на отвалах угольных шахт и обогатительных фабрик в Донбассе / Ю. Н. Попа, А. В. Козак, В. Н. Моисеенко и др. // Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции «Многоцелевое использование и расширенное воспроизводство лесных ресурсов в Украинской ССР на основе региональной программы «Лес». – Винница, 1985. – С. 34-36.

Попа Ю. Н. Мощность корнеобитаемого слоя почвы как показатель интенсивности взаимодействия растительности и грунта на терриконах / Ю. Н. Попа, А. В. Козак, В. Г. Скорик и др. // Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Средоулучшающая роль леса». – Новосибирск, 1984. – С. 143-144.

Сукачев В. Н. Программа и методика биогеоценотических исследований / В. Н. Сукачев, Н. В. Дылис, Ю. Л. Раунер и др. – М. : Наука, 1974. – 402 с.

Шугалей Л. С. Первичное почвообразование на отвалах вскрышных пород / Л. С. Шугалей // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Тезисы докладов Международного совещания. Екатеринбург, 26–29 августа 1996 г. – Екатеринбург : Изд-во Уральского отд. РАН, 1996. – С. 170-172.

Эмлин Э. Ф. Техноземы как продукты геотехнических систем горнопромышленного класса / Э. Ф. Эмлин // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Тезисы докладов Международного совещания. Екатеринбург, 26–29 августа 1996 г. – Екатеринбург : Изд-во Уральского отд. РАН, 1996. – С. 50-52.

Надійшла до редколегії 16.02.10