

УДК 631.48:631.618

А. В. Жуков¹, Г. А. Задорожна¹, І. В. Лядська²¹Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара²Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

ФИЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕКУЛЬТОЗЕМІВ НІКОПОЛЬСЬКОГО МАРГАНЦЕВОРУДНОГО БАСЕЙНУ

Досліджено фізичні та водно-фізичні властивості техноземів ділянки рекультивациі Нікопольського марганцеворудного басейну. Представлено дані щільності складання, щільності твердої фази, шпаруватості, максимальної гігроскопичності, вологості в'янення рослин, польової вологості і доступної вологи в дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах, сіро-зелених глинах, лесовидних суглинках і педоземах.

Ключові слова: техноземи, фізичні властивості ґрунтів, рекультивация.

Исследованы физические и водно-физические свойства техноземов участка рекультивации Никопольского марганцеворудного бассейна. Представлены данные плотности сложения, плотности твердой фазы, скважности, максимальной гигроскопичности, влажности увядания растений, полевой влажности и доступной влаги в дерново-литогенных почвах на красно-бурых глинах, серо-зеленых глинах, лесовидных суглинках и педоземах.

Ключевые слова: техноземы, физические свойства почв, рекультивация.

Technozems in Nikopol ore basin experimental polygon physical and water-physical properties have been investigated. The bulk density, density of the solid soil phase, porosity, maximal hygroscopic water content, field humidity and an accessible moisture in sod-lithogenic soils on red-brown clays, grey-green clays, loess-like loams and pedozems.

Key words: technozems, physical properties of soils, recultivation.

Ґрунт – орґано-мінеральний продукт багаторічної спільної діяльності живих орґанізмів, води, повітря, сонячного тепла й світла. Це природно-історичне утворення характеризується родючістю, забезпечує рослини поживними речовинами (калієм, вуглецем, азотом, фосфором тощо) та всім необхідним для їх життєдіяльності. Ґрунтово-рослинний покрив планети є регулятором водного балансу суходолу, оскільки він поглинає, утримує й перерозподіляє велику кількість атмосферної вологи. Він виконує функцію універсального біологічного фільтра та нейтралізує багато різновидів забруднень [13]. Завдяки родючості ґрунти є основним засобом виробництва в сільському та лісовому господарствах, головним джерелом сільськогосподарських продуктів та інших рослинних ресурсів, основою забезпечення добробуту населення. Тому охорона ґрунтів, раціональне використання, збереження та підвищення їх родючості є неодмінною умовою подальшого економічного прогресу суспільства [15].

У вік науково-технічного прогресу земля, як і біосфера в цілому, перетворилася з системи, що контролюється природними факторами, в систему, яка працює під сильним впливом антропогенних факторів. Особливо великий негативний вплив на навколишнє середовище і, насамперед, на земельні ресурси спричиняється гірничодобувною промисловістю. У районах з високою концентрацією підприємств гірничодобувної промисловості відбувається порушення природних ландшафтів і на значних територіях утворюються промислові відвали, на яких

відсутній родючий шар ґрунту. Видобування корисних копалин, особливо відкритим способом, призвело до утворення великих площ порушених земель [5; 7; 10].

Рекультивациа земель – це комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності порушених земель, а також на поліпшення умов довкілля відповідно до інтересів суспільства [2]. Актуальною проблемою є моніторинг стану ґрунту в процесі рекультивациі, його фізичних та водно-фізичних властивостей, які перш за все характеризують ступінь окультурення та екологічний стан ґрунтового покриву [10]. Тому метою даного дослідження було визначення фізичних властивостей техноземів на ділянках рекультивациі Нікопольсько-го марганцеворудного басейну.

Методи досліджень. У результаті дослідження нами були отримані дані фізичних властивостей таких типів техноземів, як педоземи та дерново-літогенні ґрунти, сформовані на червоно-бурих, сіро-зелених глинах та на лесоподібних суглинках. Проби ґрунту були відібрані на дослідних ділянках наукового стаціону з рекультивациі Дніпропетровського державного аграрного університету в м. Орджонікідзе у жовтні 2012 року.

Зразки заданого об'єму відбирались у триразовій повторності пробовідбірником Качинського за профілем пошарово (кожні 10 см) на глибину 100 см.

Встановлювали значення польової вологості зразків ваговим методом [16]. Об'ємну щільність ґрунту розраховували як масу одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту [4]. Щільність твердої фази визначалась пікнометричним методом [1]. Кількість максимальної гігроскопічної вологи у ґрунті встановлено шляхом насичення зразків над насиченим розчином КСІ протягом місяця [14]. Вологість стійкого в'янення рослин та доступна волога були визначені розрахунково-математичним методом [14]. Шпаруватість розраховували як сумарний об'єм пор, заповнених повітрям в одиниці об'єму за формулою

$$P_{\text{аер.}} = P_{\text{заг.}} - (d \cdot x),$$

де $P_{\text{аер.}}$ – шпаруватість аерації, %; $P_{\text{заг.}}$ – загальна пористість ґрунту; d – щільність ґрунту, г/см³; x – вологість ґрунту.

Загальну пористість визначали за формулою:

$$P_{\text{заг.}} = \left(1 - \frac{d}{D}\right) \cdot 100,$$

де $P_{\text{заг.}}$ – загальна пористість, %; d – щільність ґрунту, г/см³; D – щільність твердої фази ґрунту, г/см³ [4].

Статистичні розрахунки були проведені за допомогою програм Statistica 8.0. та Microsoft Exel 2007.

Результати та обговорення. Фізичні властивості ґрунту пов'язані з його дисперсністю – роздробленістю на окремі частки і ступенем примикання частинок ґрунту одна до одної. Завдяки дисперсності і пористості в ґрунтах можна виділити три фази – тверду, рідку та газоподібну, що знаходяться у взаємодії. Найменш рухома частина – тверда фаза ґрунту і особливо мінерали, більше рухливі – органічні речовини, ще більш динамічні – рідка і газоподібна фази. Завдяки тісному взаємозв'язку між фазами ґрунт функціонує як єдина система. Співвідношення між обсягами і масами твердої, рідкої і газоподібної фаз визначає умови прояви ґрунтової родючості, залежить від кліматичних умов, а також від характеру рослинного покриву.

Об'ємна щільність – одна з найважливіших властивостей, що визначає здатність ґрунту пропускати і утримувати вологу, повітря, чинити опір знарядям обробітку ґрунту тощо. Цей показник досить динамічний і залежить від мінералогічного складу ґрунту, розміру ґрунтових частинок, вмісту органічної речовини, структурного стану і пористості. На його значення дуже впливає обробка ґрунту. Як правило, найменшу щільність ґрунт має відразу ж після культивациі, яка сприяє його розпушуванню і збільшенню обсягу пір. З часом щільність збільшується до стану, який називається рівноважною щільністю. При такому стані щільність складання ґрунту тривалий час майже не змінюється, що в першу чергу пояснюється рівновагою сил, що викликають ущільнення ґрунту і збільшення обсягу пір. Зменшення щільності ґрунту може відбуватися в результаті його набухання при зволоженні і наступної усадки в посушливий період, замерзання і відтавання води в ґрунті, розвитку кореневої системи рослин, діяльності тварин, що живуть у ґрунті, внесення органічних добрив [9].

Динаміка мінливості щільності за профілем у різних типах техноземів наведена на рис. 1, а.

Одержані дані свідчать про те, що на поверхні (шар 0–10 см) щільність складання досліджених ґрунтів приблизно однакова (1,20–1,26 г/см³), але із заглибленням цей показник значно зростає, особливо у педоземів (до значень 1,56 на глибині 50–60 см від поверхні). Тенденція ущільнення ґрунту з глибиною є природною внаслідок тиску товщі ґрунту, яка знаходиться вище, на нижче розташовані його шари. Крім того, з глибиною зменшується інтенсивність діяльності корневих систем рослин та ґрунтової фауни, які сприяють розпушенню ґрунту та зменшенню його щільності.

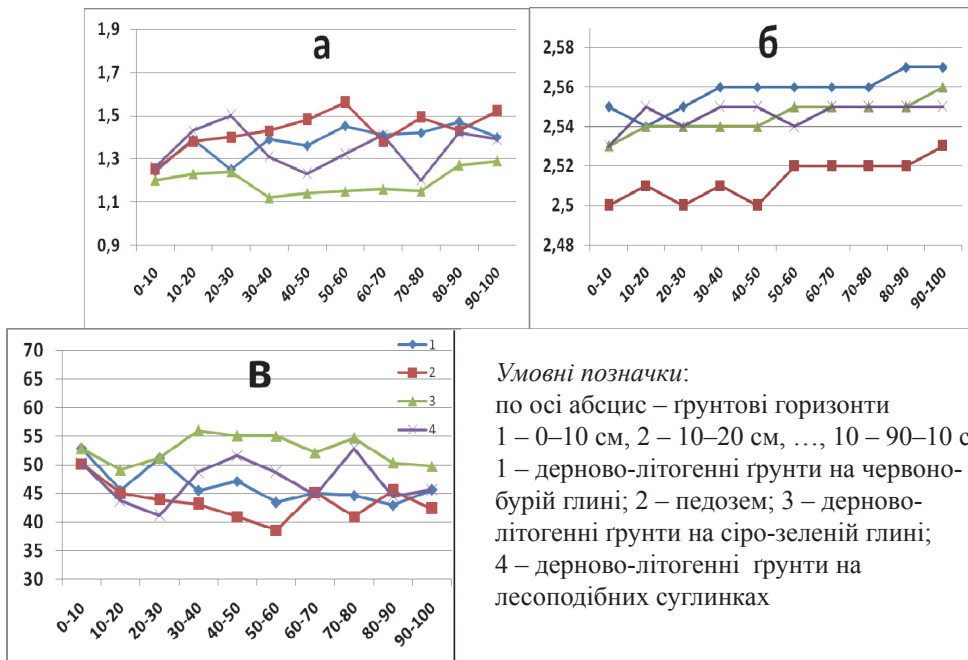


Рис. 1. Динаміка мінливості щільності, г/см³ (а), щільності твердої фази, г/см³ (б), шпаруватості, % (в) за профілем у різних типах техноземів

Виятком є дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах, їх об'ємна щільність на глибині 40–80 см від поверхні є меншою, ніж у верхньому шарі і дорівнює 1,14–1,16 г/см³. Вочевидь у даному випадку у формуванні структури складання має більше значення інший фактор, ніж тиск верхніх шарів. Вірогідно, щільність сіро-зелених глин на певній глибині може зменшуватися внаслідок утворення тріщин у результаті процесу усадки.

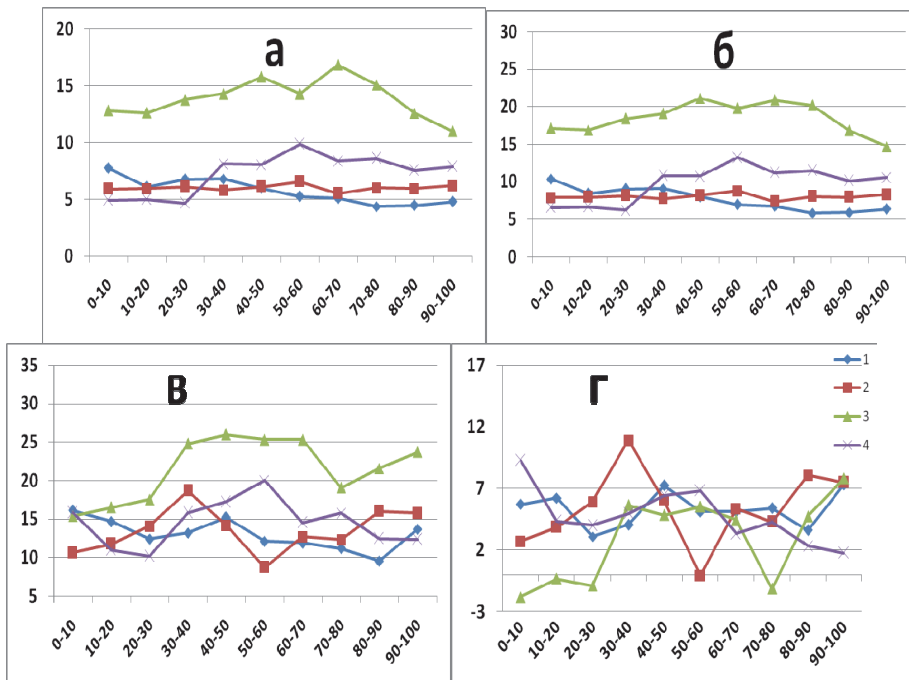
Щільність твердої фази визначається мінералогічним складом ґрунту та вмістом органічних компонентів. Типова наступна закономірність: чим більше в ґрунтах органічних речовин, тим нижче щільність твердої фази, і чим більше в ґрунтах мінералів оксидів заліза, тим вище цей показник [1]. Зміни показників щільності твердої фази техноземів за профілем представлені на рис. 1, б. Аналіз представлених даних вказує на те, що досліджений показник для всіх типів техноземів є досить стабільним. Найбільшу щільність твердої фази серед досліджених типів техноземів має дерново-літогенний ґрунт на червоно-бурій глині (2,54–2,57 г/см³), а найменшу – педозем (2,50–2,53 г/см³). Це достатньо зрозуміло, адже дерново-літогенний ґрунт на червоно-бурій глині формувався на вскришній породі в той час як педозем був утворений в наслідок насипання родючого шару чорнозему (50 см) на технічну суміш глин. Чорнозем має значущу частку органічної речовини, яка зменшує щільність твердої фази [11]. Загалом простежується тенденція повільного збільшення значень щільності твердої фази з глибиною залягання шару. Така динаміка є закономірною, тому що у верхніх шарах ґрунту процеси ґрунтоутворення, що пов'язані з життєдіяльністю ґрунтових організмів (рослин, тварин, мікроорганізмів), відбуваються швидше. Тому вміст органічної речовини у верхніх шарах ґрунту більший, а щільність твердої фази менша.

Як зазначено вище, на щільність складання ґрунту має великий вплив його пористість. Пори в ґрунті утворюються між окремими механічними елементами й агрегатами та в середині агрегатів [11]. Окремою важливою екологічною характеристикою ґрунту є пористість аерації (шпаруватість), тобто об'єм пор, заповнених повітрям. Повітря заповнює пори, не зайняті водою. Шпаруватий ґрунт створює умови проникнення повітря до коріння рослин, розвиток мікробіального угруповання, але чим вище пористість, тим нижче фільтраційна здатність ґрунту. Найбільш оптимальні умови для процесів самоочищення ґрунту від біологічних, органічних, хімічних забруднень створюються при пористості 60–65 % [14]. Динаміка мінливості шпаруватості за профілем у різних типах техноземів представлена на рис. 1, в.

На поверхні усі техноземи мають приблизно однакову шпаруватість, її показники коливаються у межах 50,12–52,84 %. По мірі просування униз за профілем частка пор у техноземах дещо змінюється. У педоземі цей показник знижується, локальний мінімум (38,56 %) спостерігається на глибині 50–60 см від поверхні. Дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах навпаки, виявилися найбільш шпаруватими (до 56 % на глибині 30–40 см), що пов'язане зі зниженням показників щільності складання ґрунтів. У нашій попередній роботі досліджено розподіл агрегатної структури техноземів даної ділянки рекультивації за профілем [6]. Встановлено, що серед досліджених техноземів найбільший вміст глибистої фракції (з діаметром агрегатів > 10 мм) саме у дерново-літогенному ґрунті на сіро-зеленій глині. Також у даній роботі показано зниження коефіцієнта структурності цього виду технозему більш ніж удвічі на глибині 30–70 см. Тобто зменшення щільності складання у цьому субстраті відбувається за рахунок міжагрегатного простору, що не можна вважати умовою для створення оптимального водно-повітряного та поживного режимів ґрунту.

Фізичні характеристики ґрунту перебувають у тісному зв'язку з водно-фізичними його властивостями. Це обумовлено процесом ґрунтоутворення. Водно-фізичні властивості ґрунтів відбивають їх здатність пропускати і утримувати вологу, що надходить у вигляді опадів чи поливної води, а також переносити її з глибинних шарів у поверхневі, до рослин. Волога здатна чинити істотний вплив на хімічні, фізичні, повітряні та теплові якості ґрунту. Для характеристики водно-фізичних властивостей ґрунтів, які знаходяться у процесі рекультивації, ми визначали такі показники вмісту води у ґрунті, як польова вологість, доступна волога, максимальна молекулярна вологість та вологість в'янення рослин. Інтерес до них обумовлений перспективністю їх використання при чисельному описанні переважних потоків вологи у ґрунті, при рішенні прогностичних задач по водному режиму ґрунтів, переносу різних речовин, розрахунку екологічного ризику використання тих чи інших речовин. Результати дослідження представлені на рис. 2.

Максимальна молекулярна, або максимальна адсорбційна, вологосемність дорівнює максимальній гігроскопічності ґрунту. Вона залежить від механічного складу ґрунтів: чим більше мулистих частинок містить ґрунт, тим вища максимальна гігроскопічність. Її найвищі показники у нашому досліді становлять 10,95–16,81 % та спостерігаються у дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах з локальним максимумом на глибині 50–70 см. Для педоземів цей показник коливається в межах 5,47–6,54 %, а для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах – 4,33–7,74 %. Для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках цей показник найнижчий, він дорівнює – 4,63–9,84 %, локальний максимум знаходиться на глибині 60–70 см (рис. 2, а).



Умовні позначки: див. рис.1.

Рис. 2. Динаміка мінливості максимальної гігроскопічної вологості, %, (а), вологості в'янення рослин, %, (б), польової вологості, %, (в), доступної вологи, %, (г) за профілем у різних типах техноземів

Отже, ґрунти, сформовані на сіро-зеленій глині, мають найвищу максимальну гігроскопічність, яка характеризується максимальною здатністю ґрунту вбирати газоподібну вологу із повітря. Ця волога є недоступною для рослин. Запас вологи в ґрунті, за якого залишається тільки недоступна для рослин вода та спостерігається постійне в'янення рослин, що не зникає і у вологій атмосфері, зветься – вологістю стійкого в'янення рослин. Вона зветься «мертвим запасом вологи», складається з гігроскопічної вологи та вологи, затиснутої у капілярах ґрунту, и не видаляється з нього навіть при тривалому висушуванні [14]. Цю кількість води в ґрунті також називають коефіцієнтом в'янення. Величина вологості в'янення залежить від гранулометричного складу ґрунту та вмісту гумусу. Чим важчий ґрунт за гранулометричним складом і вищий в ньому вміст гумусу, тим величина зв'язаної води у ґрунті буде більшою, тому що зростає питома поверхня частинок і, як наслідок, – зростає величина поверхневої енергії ґрунту [10; 17].

На рис. 2, б можна спостерігати динаміку мінливості вологості в'янення рослин за профілем у різних типах техноземів. Найвищу вологість в'янення рослин, локальний максимум якої припадає на глибину 50–70 см, мають ґрунти, сформовані на сіро-зеленій глині – 14,68–21,11 %, а найменшу – на червоно-бурій глині – 5,80–10,37 %. Спостерігається зменшення коефіцієнта вологості в'янення рослин з глибиною для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах та збільшення для дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках.

Величини вологості в'янення та найменшої вологоємності є винятково важливими характеристиками, їх використовують для оцінки доступності ґрунтової води для рослин, яка визначає значною мірою родючість ґрунтів. **Доступна волога** – це частина ґрунтової вологи, яка може бути використана рослинами. Рослини в процесі життя поглинають дуже велику кількість води. Вони витрачають її на транспірацію та утворення біомаси. Нижня межа доступності – вологість стійкого в'янення рослин. Динаміка мінливості доступної вологи у ґрунті зображена на рис. 2, г.

Незважаючи на те, що дерново-літогенні ґрунти на сіро-зеленій глині мають найвищу кількість польової вологості (15,34–25,97 %) кількість доступної вологи у більшості горизонтів тут найнижча (від –0,80 до 7,78 %). Найменші показники доступної для рослин вологи у дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах спостерігаються у верхніх шарах (0–30 см від поверхні). Найвищі показники кількості доступної вологи у верхньому шарі належать дерново-літогенним ґрунтам на лесоподібних суглинках (9,27 %). Тенденція до зміни показника з глибиною в даному випадку полягає у зменшенні доступної вологи за профілем (на глибині 100 см вона складає до 4,29 % загального об'єму). Для техноземів, сформованих на червоно-бурій глині показник доступної вологи дорівнює 3,08–7,31 %, для педоземів – –0,05–10,90 %. Локальний максимум доступної вологи в педоземі спостерігається на глибині 40–50 см від поверхні, саме там де знаходиться межа розділу насипного шару чорнозему та технічної суміші глин. Безумовно, здатність ґрунту до утримання вологи залежить від його мінералогічного, гранулометричного та агрегатного складу, але у даному випадку очевидна інша причина. Вільна волога, яка під дією гравітації проникає у глиб педозему, на глибині 50 см зустрічає шар із технічної суміші глин зі зниженою водопроникністю, пересувається всередині ґрунту над цим шаром у відповідності з напрямком його ухилу та частково затримується. При цьому вона витісняє повітря з ґрунтових пор, що є причиною зниження шпаруватості, встановленого нами на цьому рівні профілю педозема.

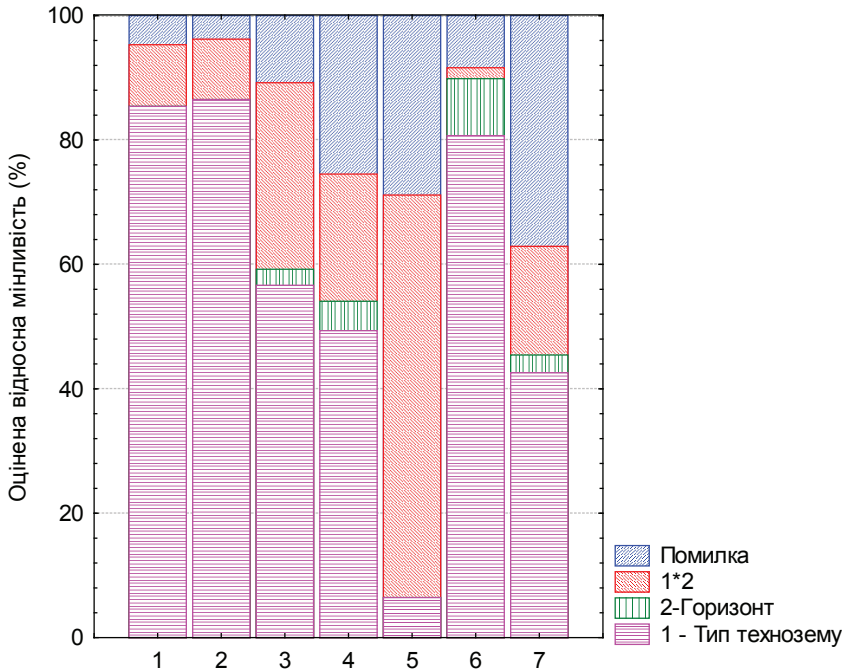


Рис. 3. Компоненти мінливості фізичних властивостей техноземів:

1 – максимальна гігроскопічна вологість; 2 – вологість в'янення рослин,
3 – польова вологість; 4 – щільність; 5 – доступна волога; 6 – щільність твердої фази;
7 – шпаруватість.

Для узагальнення отриманих результатів ми використовували дисперсійний аналіз. Це статистичний метод, призначений для встановлення структури зв'язку між результативною та факторними ознаками, що дає змогу визначити вплив одного або декількох факторів на результативний показник. Дисперсійний аналіз особливо ефективний в умовах, коли результативна ознака суттєво змінюється під одночасною дією кількох факторів з неоднаковою силою впливу. За його допомогою можна провести кількісне вимірювання сили впливу факторних ознак та їх поєднань на результативну та оцінити вірогідність впливу.

У нашому дослідженні в якості факторних ознак ми обрали тип технозему та глибину залягання шару, з якого були відібрані зразки. Результати дисперсійного аналізу даних нашого дослідження викладені на рис. 3.

На гістограмі кожен стовпець показує, яку частку загальної дисперсії фізичної чи водно-фізичної ознаки визначають чинники, що вивчаються:

- фактор «тип технозему» відображає внесок, що обумовлений розходженням субстратів незалежно від горизонту;
- фактор «горизонт» показує значення у формуванні дисперсії досліджуваної ознаки глибини залягання ґрунтового горизонту, з якого було взято зразок незалежно від типу технозему;
- фактор «1 * 2» показує роль взаємодії обох досліджуваних факторів або значення специфічності мінливості досліджених ґрунтових властивостей по горизонтах у різних типах техноземів;
- «помилка» – дисперсія, обумовлена іншими неврахованими факторами або помилкою вимірювання.

При аналізі отриманих даних встановлено, що впливом досліджуваних факторів описується від 63 до 95 % дисперсії отриманих даних. Це підтверджує, що обрані нами чинники дійсно є найбільш вагомими у формуванні фізичних та водно-фізичних властивостей вивчених техноземів.

За результатами нашого дослідження фактором, який має найсуттєвіше значення для формування фізичних та водно-фізичних властивостей рекультивованих ґрунтів є тип технозему. Його вплив превалює в утворенні таких ознак як щільність твердої фази, максимальна гігроскопічна вологість, вологість в'янення рослин, польова вологість, щільність складання та шпаруватість ґрунтів. Відносно невелике значення тип технозему має при формуванні кількості доступної вологи.

Як показало наше дослідження, такий фактор як глибини залягання шару, з якого був відібраний ґрунтовий зразок, сам по собі має відносно невелике значення у формуванні фізичних та водно-фізичних властивостей техноземів на даному етапі ґрунтоутворюючого процесу. Формування характерного профілю відбувається тисячоліттями, тому 40 років – це дуже молодий вік для ґрунту та інтенсивні ознаки горизонтів профілю ще не встигли проявитися, що відчувається і при візуальному обстеженні ґрунтового розрізу. Однозначно можна сказати, що суттєва закономірність, яка характеризує усі досліджені техноземи за профілем, спостерігається у формуванні щільності твердої фази, що пов'язано із вмістом органічної речовини рослинного опаду та тваринного населення у верхніх шарах горизонту техноземів.

Цікаво, що для отримання результату дослідження про наявність доступної вологи немає суттєвої різниці з якого технозему та якої глибини був відібраний ґрунтовий зразок. Можливо для формування цієї ознаки має велике значення здатність усіх глинистих ґрунтів до утримання вологи у капілярах.

Хоча яскраво виражених відмінностей розподілу фізичних властивостей рекультивованих земель за горизонтом не спостерігається, натомість існують закономірності їх формування, які відрізняють один технозем від іншого. Про це говорить вагома ділянка діаграми, яка відповідає показнику взаємодії обох досліджуваних факторів «1*2». Встановлено, що по змінах шпаруватості, щільності складання, польової вологості та особливо доступної вологи можна судити про тип технозему, тобто існує специфічність мінливості цих ґрунтових властивостей по горизонтах у різних типах техноземів.

Ділянка «помилка», яка скоріше за все відображає вплив інших факторів ґрунтоутворення, що не були згадані у даній роботі, на досліджені показники, найбільша у стовпчику, що відповідає шпаруватості, доступній вологості та щільності складання. Значення помилки тут коливається від 24 до 35 % тому, що формування цих ознак достатньо сильно залежить від агрегатного складу техноземів, описаного нами у попередній роботі [6].

Висновки. Впливом досліджуваних факторів описується від 63 до 95 % дисперсії отриманих даних, що підтверджує велику залежність фізичних та водно-фізичних властивостей вивчених ґрунтів від типу технозему та глибини залягання шару.

Фактором, який має найсуттєвіше значення для формування фізичних та водно-фізичних властивостей рекультивованих ґрунтів, є тип технозему. Його вплив превалює в утворенні таких ознак як щільність твердої фази, максимальна

гігроскопічна вологість, вологість в'янення рослин, польова вологість, щільність складання та шпаруватість ґрунтів.

Для педозема характерні найвищі показники щільності складання та найменша щільність твердої фази і шпаруватість. Ґрунти, сформовані на сіро-зеленій глині, характеризуються підвищеним вмістом ґрунтового повітря та зв'язаної води. Дерново-літогенний ґрунт на червоно-бурих глинах відрізняється від інших техноземів найвищою щільністю твердої фази.

Існує закономірність розподілу щільності твердої фази, яка властива усім дослідженим техноземам за профілем. Вона полягає у підвищенні значень цього показника з глибиною від 2,50–2,55 г/см³ на поверхні до 2,52–2,57 г/см³ у глибинних шарах ґрунтового розрізу.

Специфічність мінливості шпаруватості, щільності складання, польової вологості та особливо доступної вологи по горизонтах у різних типах рекультивованих земель відрізняють один технозем від іншого. Підвищенням кількості доступної рослинам вологи та запасів польової вологи на глибині 40 см від поверхні відрізняється педозем. Дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках мають найвищі показники кількості доступної вологи у верхньому шарі, де вона сягає 9,27 %. За профілем кількість доступної вологи цього технозему зменшується і на глибині 100 см дорівнює 4,29 %. Ґрунти, сформовані на сіро-зеленій глині, характеризуються зменшенням щільності складання та підвищенням шпаруватості від поверхні до глибини 40–50 см.

Бібліографічні посилання

1. **Вадюнина А. Ф.** Методы исследования физических свойств почв и ґрунтов / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М. : Высшая шк., 1973. – 399 с.
2. **Горбань В. А.** Екологічна роль еолово-ґрунтових відкладів у формуванні едафотопів лісових культур біогеоценозів степової зони України : автореф. дис. на здобуття ступеня канд. біол. наук : 03.00.16 «Екологія»/ В. А. Горбань – Д., 2011. – 20 с.
3. **Дмитриев Е. А.** Теоретические и методологические проблемы почвоведения / Е. А. Дмитриев. – М. : ГЕОС, 2001. – 374 с.
4. **Доспехов Б. А.** Методика опытного дела / Доспехов Б. А.. М. : Колос, 1979, – 416 с.
5. **Єстеревська Л. В.** Рекультивовані ґрунти: підходи до класифікації та систематики / Л. В. Єстеревська, Г. Ф. Момот, Л. В. Лехцієр // Ґрунтознавство. – 2008. – Т. 9, № 3–4. – С. 147–150.
6. **Жуков А. В.** Агрегатная структура техноземов Никопольского марганцево-рудного бассейна / А. В. Жуков, Г. А. Задорожная, І. В. Лядская // Біологічний вісник МГПУ, –2013. – Т. 3, № 3. – С. 274-286.
7. **Зверковский В. Н.** Биоэкологическое обоснование лесной рекультивации нарушенных земель / В. Н. Зверковский, Н. П. Тупика // Биологическая рекультивация нарушенных земель : матер. Междунар. совещ. – Екатеринбург, УрО РАН, 2003. – С.112–124.
8. **Зонн С. В.** Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв / С. В. Зонн, А. П. Травлеев. – К. : Наук. думка. – 1989. – 216 с.
9. **Нерпин С.В.** Физика почвы / С. В. Нерпин, А. Ф. Чудновский. – М : Наука, 1967. – 584 с.
10. **Пространственная агроэкология и рекультивация земель : монография / А. А. Демидов, А. С. Кобец, Ю. И. Грицан, А. В. Жуков. – Д. : Изд-во «Свидлер А.Л.»**, 2013. – 560 с.
11. **Розанов Б. Г.** Морфология почв : учеб. для высшей шк. / Б. Г. Розанов – М. : Академ. Проект, 2004. – 432 с.

12. Состояние и перспективы рекультивации земель в СССР/ А. П. Травлеев, В. Н. Зверковский, В. А. Овчинников // Тез. докл. 8 Всесоюзн. съезда почвоведов. – Новосибирск, 1989. – С. 177-192.
13. **Травлеев А. П.** Научные основы техногенной биогеоценологии / А. П. Травлеев // Биогеоценологические исследования лесов техногенных ландшафтов степной Украины. – Днепропетровск. 1989. – С. 4–9.
14. **Умарова А. Б.** Преимущественные потоки влаги в почвах: закономерности формирования и значение в функционировании почв / А. Б. Умарова. – М. : ГЕОС, 2011. – 266 с.
15. Устойчивое развитие сложных экотехносистем / В. И. Шемавнев, Н. А. Гордиенко, В. И. Дырда, В. О. Забалуев. – М. : Д., 2005. – 355 с.
16. **Шеин Е. В.** Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв / Е.В. Шеин, Т. А. Архангельская, В. М. Гончаров. – М. : Изд-во МГУ, 2001. – 200 с.
17. **Шеин Е. В.** Курс физики почв / Е. В. Шеин. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.

Надійшла до редколегії 18.06.2014