

ви, потребують гірничотехнічного етапу рекультивациі. Завершальним етапом ієрархічного розподілу териконів вугільних шахт є потреба проведення моніторингу стану довкілля гірничодобувного регіону. Схему типології териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну наведено на рис.

Висновки. Внаслідок розробленої типології териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну можна структурувати девастовані ландшафти за ступенем порушення та рівнем виконання рекультивацийних робіт.

Запропонована типологія териконів містить як технологічні, так і екологічні різновиди. Важливим є, надалі, розмежування териконів за агрегатним станом, оскільки складування дрібнодисперсних матеріалів потребує додаткових заходів із попередження пилоутворення та рівня токсичності. Врахування цих чинників безпосередньо пов'язані із проблемами рівня екологічної безпеки.

Література

1. Попович В.В. Характеристика осередків самозаймання породних відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового регіону / В.В. Попович // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19. – С. 77-82.
2. Попович В.В. Фітомеліорація згаєних териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну : монографія / В.В. Попович. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2014. – 174 с.
3. Максимович Н.Г. Геохимические изменения геологической среды при разработке угольных месторождений / Н.Г. Максимович, К.А. Горбунова // Известия вузов. – Сер.: Геология и разведка. – 1991. – № 5. – С. 137-140.
4. Чесноков Б.В. Минералогия горелых отвалов Челябинского угольного бассейна / Б.В. Чесноков и др. Свердловск : Изд-во Урал. Научн. центр АН СССР, 1987.
5. Баньковская В.М. Геохимические изменения природной среды в районах размещения отвалов угледобывающей промышленности / В.М. Баньковская, Н.Г. Максимович // География и природные ресурсы. – 1989. – № 2. – С. 42-45.
6. Максимович Н.Г. Геохимические изменения геологической среды в пределах Кизеловского угольного бассейна / Н.Г. Максимович // Эколого-экономические проблемы угледобывающего региона с подземным способом добычи угля : тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ. – М. : Изд-во ВНТС, 1990. – С. 15-16.
7. Попович В.В. Измерение мощности эквивалентной дозы фотонного ионизирующего излучения в Нововолинском горнопромышленном районе Украины / В.В. Попович // Горный информационно-аналитический бюллетень (ГИАБ) : сб. науч. тр. – 2009. – № 12. – С. 99-101.
8. Бакланов В.И. Классификация терриконов шахт и обогатительных фабрик Донбасса в целях озеленения / В.И. Бакланов // Зелёное строительство в степной зоне УССР : сб. науч. тр. – К. : Изд-во "Наук. думка". – 1970. – № 14. – С. 75-83.
9. Колесников Б.П. К вопросу о классификации промышленных отвалов как компонентов техногенных ландшафтов / Б.П. Колесников, Г.М. Пикалова // Растения и промышленная среда : сб. науч. тр. – 1974. – № 3. – С. 3-28.
10. Лобов І.М. Функціонально-планувальна реабілітація забудови порушених територій (на прикладі Донецько-Макіївської агломерації) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. арх.: спец. 18.00.04 – "Містобудування та ландшафтна архітектура" / І.М. Лобов. – К., 2002. – 20 с.
11. Сметана С.М. Екологічна класифікація техногенних ландшафтів гірничодобувних регіонів / С.М. Сметана // Екологія і природокористування : зб. наук. праць. – Дніпропетровськ. – 2008. – Вип. 11. – С. 30-41.
12. Война І.М. Особливості ландшафтного різноманіття гірничопромислових ландшафтів у зв'язку з їх висотною диференціацією / І.М. Война // Вісник Вінницького педуніверситету : зб. наук. праць. – Сер. Географія. – Вінниця : Вид-во ВПУ. – 2013. – Вип. 25. – С. 40-47.
13. Киричок Л.С. Типологія териконів вугільних шахт Донбасу за лісорослинними умовами / Л.С. Киричок // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.3. – С. 123-127.
14. Павличенко А.В. Дослідження екологічних наслідків розміщення вугледобувних підприємств у навколишньому середовищі / А.В. Павличенко, А.А. Коваленко. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://tr.nmu.org.ua/pdf/2014/20140926-68.pdf>

15. Смирный М.Ф. Экологическая безопасность терриконовых ландшафтов Донбасса : монография / М.Ф. Смирный, Л.Г. Зубова, А.Р. Зубов. – Луганск : Изд-во ВГУ им. В. Даля, 2006. – 232 с.

Надійшла до редакції 09.12.2016 р.

Попович В.В., Підгородецький Я.І., Пиндер В.Ф. Типологія терриконов Львівсько-Волинського угольного басейна

Терриконы угольных шахт десятилетиями загрязняют окружающую среду токсичными испарениями, продуктами горения отвальной массы и сточными водами. Разработана типология терриконов Львовско-Волынского угольного бассейна. Предложенная нами типология терриконов в пределах Львовско-Волынского угольного бассейна предусматривает 8 уровней иерархического распределения. Вследствие разработанной типологии терриконов Львовско-Волынского угольного бассейна можно структурировать девастированные ландшафты по степени нарушения и уровню проведения рекультивационных работ.

Ключевые слова: террикон, типология, экологическая опасность.

Popovych V.V., Pidhorodetsky Ya.I., Pinder V.F. The Typology of Heaps of Lviv-Volyn Coal Basin

Waste heaps of coal mines for decades have been polluting the environment by toxic fumes, combustion products of moldboard supply and sewage. We have developed a typology of heaps of Lviv-Volyn Coal Basin. The proposed heaps typology within the Lviv-Volyn Coal Basin provides 8 levels of hierarchical distribution. Due to the developed heaps typology of Lviv-Volyn Coal Basin it is possible to structure devastated landscapes according to the degree of abuse and the level of remediation.

Keywords: heap, typology, environmental hazards, devastated landscape.

УДК 697.343

ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ҐРУНТУ НА ВИЯВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ІЗОЛЯЦІЇ ГАЗОПРОВІДІВ

А.В. Яворський¹, Л.Я. Побережний², В.С. Цих³, І.Р. Ващишак⁴

Описано проблеми, які виникають під час контролю стану ізоляційного покриття підземних газопроводів. Серед можливих дефектів ізоляційного покриття виділено наскрізні пошкодження та відшарування ізоляції. Отримано аналітичну модель залежності між питомим опором ґрунту і величиною фазового зсуву отриманого сигналу. Наведено графічні залежності зсуву фази за наявності відшарувань ізоляційного покриття підземних газопроводів, які розміщуються в ґрунтах з різним питомим опором. Запропоновано схему застосування електромагнітного фазового методу контролю ізоляційного покриття підземних газопроводів, розміщених у ґрунтах різних типів.

Ключові слова: підземний газопровід, ізоляційне покриття, дефект, технічний стан, зсув фази.

Постановка проблеми. На цей час у сучасному нафтогазовому комплексі транспортування газу здійснюють за допомогою складної розгалуженої системи трубопроводів. Значна частина таких мереж працює понад свій нормативний термін експлуатації. За таких умов проведення своєчасного та достовірного тех-

¹ доц. А.В. Яворський, канд. техн. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу;

² проф. Л.Я. Побережний, д-р. техн. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу;

³ доц. В.С. Цих, канд. техн. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу;

⁴ доц. І.Р. Ващишак, канд. техн. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу

нічного діагностування трубопроводів є штатною технологічною операцією. У нафтогазовій галузі використовують значну кількість методів і засобів контролю технічного стану підземних газопроводів. Однією з основних складових частин цього діагностування є контроль стану ізоляційного покриття, оскільки саме пошкодження ізоляції є однією з першопричин розвитку корозійних процесів металу таких трубопровідних мереж. Серед можливих дефектів ізоляційного покриття виділяємо наскрізні пошкодження та відшарування ізоляції [1]. Особливо ускладненим є діагностування газопроводів в умовах складних технологічних об'єктів нафтогазового комплексу – газокompресорних станцій, для яких є характерною значна кількість суміжних комунікацій та сторонніх завод. Окрім цього, значну складність контролю стану ізоляційного покриття підземних газопроводів можуть спричинити різні типи ґрунтів, які трапляються в місцях пролягання таких комунікацій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідники запропонували різні методи та методики контролю підземних газопроводів [2-4]. Вважається, що більша частина досліджень спрямовані на вирішення проблем, які пов'язані з контролем магістральних ділянок підземних трубопроводів значної протяжності. Також акцент у цих дослідженнях зроблено на контролі трубопроводів, які знаходяться в ґрунтах одного типу. Проведені в [5] роботи спрямовані на вивчення можливості контролювати ізоляційне покриття підземних трубопроводів, які знаходяться у вологих ґрунтах. Але питання впливу різних типів ґрунтів (глина, суглинок, пісок та ін.) залишається недослідженим.

Мета роботи – розробити методичні рішення щодо правильного оцінювання впливу характеристик ґрунту, який оточує досліджуваний газопровід, на контроль підземних трубопроводів та, відповідно, на виявлення дефектів їх ізоляційного покриття.

Результати дослідження. Щоб максимально точно виявити місця дефекту ізоляції запропоновано почергово застосовувати два електромагнітних методи контролю: фазовий та амплітудний [1]. Однак у наведених залежностях в [1] прийнято, що тип ґрунту на досліджуваній ділянці є однорідним, а самі дослідження поширювалися тільки на підземні трубопроводи, які оточені ґрунтовим середовищем одного типу. Для розширення сфери застосування отриманих теоретичних залежностей потрібно додатково проаналізувати вплив зміни питомого опору ґрунту на досліджуваних ділянках підземних трубопроводів.

Табл. Значення питомого опору різного роду середовищ, які оточують підземний трубопровід

Вид ґрунту	Питомий опір, середнє значення (Ом·м)
Глина	20-50
Гравій	360-750
Пісок вологий	120-350
Пісок зволожений	350-2000
Пісок сухий	2000-3900
Суглинок	90-140
Щебінь вологий	3000
Щебінь сухий	5000

Для оцінювання впливу навколишнього ґрунту, потрібно в отримані раніше залежності [1] ввести додатковий параметр опору, який оцінюємо на основі електричних параметрів наявного ґрунтового покриття. З цією метою з використанням стабілізованого джерела струму та за допомогою чотирьохелектродної установки [6] проведено вимірювання питомого опору різних типів навколишніх середовищ, які можуть бути на ділянках пролягання підземних трубопроводів. Отримані результати вимірювань наведено в табл.

На основі проведених раніше досліджень [1] отримано теоретичну залежність для визначення зсуву фази вимірювального сигналу у разі наявності різних ґрунтових покриттів для бездефектних ділянок трубопроводів:

$$\phi = 2\pi f \sqrt{\frac{R_C(L_P + L_{S1} + L_{S2})C_C}{Z_i + R_0 + R_C + R_S}}, \quad (1)$$

де: Z_i – вхідний опір генератора, який задається його технічними характеристиками, Ом; R_0 – опір розтіканню струмів у ґрунт з досліджуваного трубопроводу, Ом/м; R_C – погонний опір ізоляційного покриття, Ом/м; R_S – погонний опір навколишнього ґрунтового середовища, Ом/м; L_P – погонна індуктивність трубопроводу, Гн/м; L_{S1} – внутрішня індуктивність ґрунту як провідника, який оточує досліджуваний трубопровід, Гн/м; L_{S2} – зовнішня індуктивність трубопроводу, Гн/м; C_C – ємність ізоляційного покриття, Ф; f – робоча частота, Гц; ϕ – зсув фази вихідного сигналу відносно вхідного, рад.

Параметр L_{S1} розраховуємо згідно з такою залежністю, в яку входить значення питомого опору ґрунту:

$$L_{S1} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot (5.98 - \ln(r_p + \delta_c) \sqrt{f / \rho_s}), \quad (2)$$

де: r_p – зовнішній радіус досліджуваного підземного трубопроводу, м; δ_c – товщина ізоляційного покриття, м; f – частота змінного струму генератора, Гц; ρ_s – питомий опір ґрунту, який оточує досліджуваний трубопровід, Ом·м.

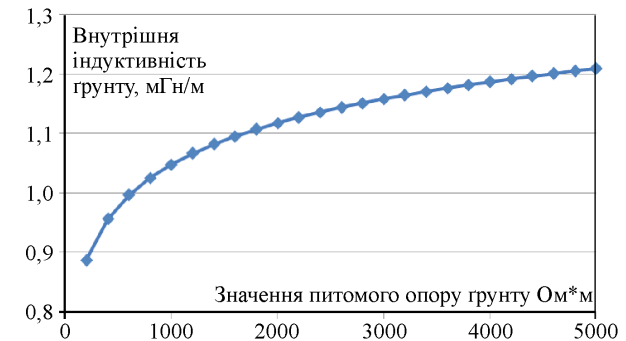


Рис. 1. Залежність зміни внутрішньої індуктивності ґрунту від значення питомого опору ґрунту

На рис. 1 наведено залежність зміни внутрішньої індуктивності ґрунту як провідника, що оточує досліджуваний трубопровід, від питомого опору навко-

лишнього ґрунту. Розрахунки виконано для ділянки підземного трубопроводу діаметром 720 мм, зі шаром ізоляційного покриття товщиною 5 мм, за використання робочої частоти генератора величиною 33 кГц. Вибір оптимальної частоти контролю насамперед пов'язаний із умовами, в яких розміщується досліджуваний трубопровід, а також залежно від довжини досліджуваної ділянки [1, 6].

На основі залежності (1) та досліджень, наведених в [1], встановлено аналітичну модель зміни зсуву фази залежно від ємності відшарування ізоляційного покриття підземних трубопроводів, які розміщуються в ґрунтах із різним питомим опором

$$\phi = 2\pi f \sqrt{\frac{R_C(L_P + L_{S1} + L_{S2})C_C C_D}{(Z_i + R_0 + R_C + R_S)(C_C + C_D)}}, \quad (3)$$

де C_D – ємність дефекту ізоляційного покриття (ємність відшарування ізоляції).

Отримані залежності (1)-(3) дають змогу оцінювати вплив параметрів навколишнього ґрунтового середовища на процес виявлення пошкоджень ізоляційного покриття під час обстеження ділянок підземних трубопроводів. На рис. 2 наведено графіки залежності зсуву фази за наявності відшарувань ізоляційного покриття підземних трубопроводів, які розміщуються у ґрунтах з різних питомим опором. Розрахунки виконано на основі залежностей (2), (3) та згідно з [1].

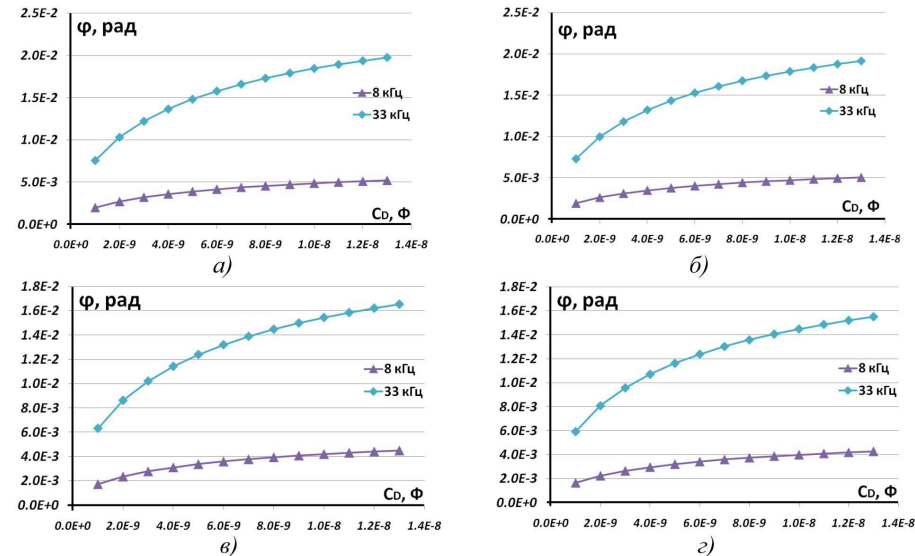


Рис. 2. Залежності зсуву фази від ємності відшарувань ізоляційного покриття підземних трубопроводів, які розміщуються в ґрунтах з різних питомим опором: а) питомий опір ґрунту 20 Ом*м; б) питомий опір ґрунту 50 Ом*м; в) питомий опір ґрунту 1500 Ом*м; г) питомий опір ґрунту 5000 Ом*м

Згідно з даними рис. 2, зміна питомого опору досить відчутно впливає на зміну зсуву фази – різниця зсуву фази може змінюватися в межах 20 %. Внаслідок

до цього можуть виникнути помилки щодо трактування отриманої інформації, що призведе до значних неточностей у виявленні дефектів ізоляційного покриття. У зв'язку із цим виникає потреба введення обов'язкової поправки під час проведення вимірювань зсуву фази на досліджуваній ділянці підземного трубопроводу залежно від типу ґрунту в місцях пролягання комунікації.

На рис. 3 наведено схему застосування електромагнітного фазового методу контролю. Досліджуваний трубопровід 7 з ізоляцією 6, на якій присутні дефекти 9 (наскрізне пошкодження) та 10 (відшарування ізоляційного покриття), знаходиться в ґрунті 8. На зачищену від ізоляційного покриття металеву поверхню 7 трубопроводу за допомогою магніту 3 кріпиться один з виводів мультимчастотного генератора 1. Сигнал на досліджуваний трубопровід подається кабелем 2. Мультимчастотний генератор може генерувати сигнал у діапазоні частот від 100 Гц до 33 кГц.

За допомогою пристрою реєстрації та підсилення сигналу 4 відбувається вимірювання магнітного складника електромагнітного поля вздовж досліджуваного підземного трубопроводу. Отриманий сигнал подається на один із каналів двоканального цифрового осцилографа 5. На інший канал осцилографа за допомогою кабелю 2 подається сигнал від мультимчастотного генератора 1 з метою його порівняння із отриманим від трубопроводу та визначення зсуву фази на визначеній ділянці контролю.

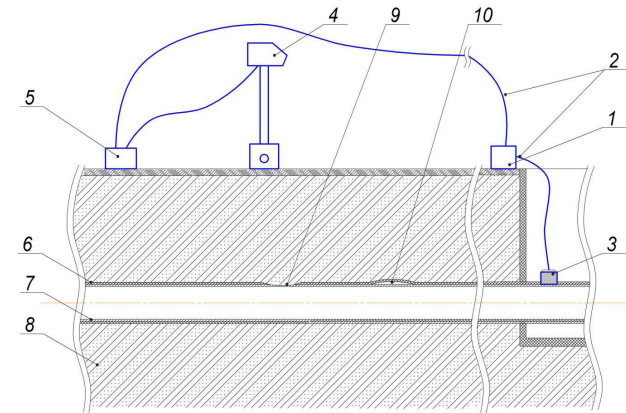


Рис. 3. Схема застосування електромагнітного фазового методу контролю ізоляційного покриття підземних трубопроводів, розміщених в ґрунтах різних типів: 1) мультимчастотний генератор; 2) з'єднувальні кабелі; 3) магніт; 4) приймач; 5) двоканальний цифровий осцилограф; 6) ізоляційне покриття; 7) металевий трубопровід; 8) навколишній ґрунт; 9) наскрізне пошкодження ізоляції; 10) відшарування ізоляційного покриття

Висновки:

1. Врахування параметра питомого опору ґрунту в аналітичних залежностях для електромагнітного фазового методу контролю дає змогу оцінити вплив типу ґрунтового середовища, в якому розміщується досліджуваний газопровід, на виявлення пошкоджень ізоляційного покриття.

2. Використання електромагнітного фазового методу дає змогу виявляти наявні дефекти ізоляції підземних газопроводів, які розміщуються у ґрунтах різних типів.

Література

1. Цих В.С. Розроблення методу та засобу контролю дефектів ізоляції підземних трубопроводів : дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.11.13 – "Прилади і методи контролю та визначення складу речовин" / Цих Віталій Сергійович. – Івано-Франківськ, 2014. – 155 с.
2. Джала Р.М. Безконтактний метод і апаратура для оперативних обстежень підземних трубопроводів / Р.М. Джала, Л.П. Дикмарова, Б.Я. Вербенець, П.М. Хлипняч // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин : зб. наук. ст. – К. : Вид-во ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ, 2006. – С. 57-61.
3. Методика оценки фактического положения и состояния подземных трубопроводов: ВРД 39-1.10-026-2001. – М. : Изд-во ВНИИГАЗ, 2001. – 62 с.
4. Яворський А.В. Розроблення методу та системи для безконтактного контролю стану ізоляції промислових нафтогазопроводів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.11.13 – "Прилади і методи контролю та визначення складу речовин" / Яворський Андрій Вікторович, ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ, 2005. – 20 с.
5. Мухлинін С.М. Вдосконалення методів та засобів контролю якості ізоляційного покриття трубопроводів, що знаходяться у вологих ґрунтах та під водою : дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.11.13 – "Прилади і методи контролю та визначення складу речовин" / Мухлинін Сергій Михайлович. – К. : Вид-во "Либідь", 2012. – 192 с.
6. ДСТУ 4219-2003. Трубопроводи сталеві магістральні. Загальні вимоги до захисту від корозії. – К. : Вид-во Держспоживстандарт України, 2003. – 68 с.

Надійшла до редакції 17.11.2016 р.

Яворский А.В., Побережный Л.Я., Цих В.С., Вацшишак И.Р. Влияние характеристик почвы на выявление повреждений изоляции газопроводов

Описаны проблемы, которые возникают при контроле состояния изоляционного покрытия подземных газопроводов. Среди возможных дефектов изоляционного покрытия выделены сквозные повреждения и отслоение изоляции. Получена аналитическая модель зависимости между удельным сопротивлением почвы и величиной фазового сдвига сигнала. Приведены графические зависимости сдвига фазы при наличии отслоений изоляционного покрытия подземных газопроводов, которые размещаются в почвах с разным удельным сопротивлением. Предложена схема применения электромагнитного фазового метода контроля изоляционного покрытия подземных газопроводов, расположенных в почвах различных типов.

Ключевые слова: подземный газопровод, изоляционное покрытие, дефект, техническое состояние, сдвиг фазы.

Yavorsky A.V., Poberezhny L.Ya., Tsikh V.S., Vaschishak I.R. The Influence of Soil Characteristics on Identification of the Damage of Gas Pipelines Insulation

The problems that arise when controlling the insulation coating of underground pipelines are described. Among the possible defects insulating coating we have distinguished transverse damage and delamination isolation. An analytical model of dependence between the resistivity of the soil and the magnitude of the phase shift of the received signal is obtained. An image depending of a phase shift in the presence of delamination of insulating coating of underground pipelines, which are placed in soils with different resistivity, is illustrated. The scheme for applying electromagnetic phase control method insulating coating of underground pipelines located in soils of different types is presented.

Keywords: underground pipeline, insulation coating, defect, technical condition, the phase shift.

УДК 502.[13+5]:582.689.2(477:292.44/.45)

RECOMMENDATIONS FOR THE CONSERVATION OF SOME RARE ARCTIC-ALPINE PLANT SPECIES IN THE CHORNOHORA MOUNTAINS (UKRAINIAN CARPATHIANS)

R.M. Cherepanyn¹

The influence of external factors on populations of rare arctic-alpine plant species was analysed. We revealed the negative impact of intensive trampling and grazing pressure on the structure of populations. We also found the positive effect of moderate trampling and availability of microsites in habitats of *Loiseleuria procumbens* and *Salix herbacea* populations. We have proposed to protect populations of *Pedicularis oederi* and *Lloydia serotina* through controlling demutation processes in ecosystems and through conserving natural conditions in the habitats, and if it is necessary to carry out actions of the active protection. It is important to control the abundance of regime on the natural protected area to conserve the habitat of *Saussurea alpina* on the Petros Mountain. We revealed that it was necessary to eliminate recreational load on the population of *Saussurea alpina* on the Brebeneskul Mountain by creation of the main tourist route through the roundabout path. It was established that the reproductive parameters of populations, in particular, the number of generative shoots, the coefficient of generative reproduction and recovery index, could be used as sensitive indicators of anthropogenic changes.

Keywords: rare arctic-alpine species, exogenous factors, the conservation of populations, Chornohora Mountains (the Ukrainian Carpathians).

Introduction. Arctic-alpine plants are a special group of organisms, which play an important role in ecosystems of Arctic and subarctic regions and also in mountains of the Northern Hemisphere. The nature of the distribution of these species caused by fluctuations in the levels of continental glaciers, climate changes and the formation of the landscape in the Holocene [18]. Arctic-alpine species in ukrainian flora distributed mainly in the Carpathians. Highland plants – organisms with characteristic morphology and physiology that are the result of adaptive evolution to the peculiar conditions of existence [20]. Arctic-alpine species take special place in the flora of the Ukrainian Carpathians. There are a large part of common, coenotic forming and rare species among them in the Ukrainian Carpathians [19]. There are also many relics and endangered species among the arctic-alpine plants. Arctic-alpine element of flora is presented of 67 species in the Ukrainian Carpathians, or it is about 7.4 % of the highland flora [14, 21, 22]. 55 species of them have Holarctic type of area, 3 species – with Eurasian area, 6 species – Euro-American area and 3 species – European area.

Many rare arctic-alpine plants are confined to the glacial landforms – ancient glacial boilers and rocky ridges of mountain ranges. Geographic massif that characterized of such landscapes, not so much in this region. Basically refuges for rare arctic-alpine plant species serve Chornohora, Svydovets, Marmarosh and Chyvchyny mountains. They also occur on other areas, but listed above areas are centers of their distribution in Ukraine.

Changes of natural conditions and active human exploration of subalpine and alpine zones lead often to the formation of an unfavorable environment for rare plant species and for self-regeneration of their populations. It is established that the viabi-

¹ assistant R. M. Cherepanyn, PhD in biology – Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk