

УДК 631.6

ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ПРИЗЕМНОГО ШАРУ ПОВІТРЯ В БЛОК-СЕКЦІЇ ТЕПЛОМЕЛІОРАТИВНОЇ СИСТЕМИ ІЗ РУКАВАМИ-ОБОЛОНКАМИ

О.Л. ПІНЧУК, канд. тех. наук

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Розглянуті питання впливу поверхневого обігріву ґрунту на температурний режим приземного шару повітря. Наведені результати експериментальних досліджень поверхневого обігріву ґрунту в блок-секції тепломеліоративної системи. Визначено агроекономічну ефективність та доведена техніко-економічна доцільність теплової меліорації ґрунту оболонками-рукавами з постійно циркулюючою в них скидною теплою водою і при додатковому захисті тунельними укриттями.

Ключові слова: поверхневий обігрів, температурний режим, рукав-оболонка, тепломеліоративна система

Постановка проблеми. Постачання галузей економіки паливно-енергетичними і тепловими ресурсами, їх раціонального, ощадливого використання набуває у світі та в Україні все більшого значення.

Альтернативою традиційним технологіям одержання і використання теплових ресурсів, як вважають фахівці, мають стати технології використання вторинних енергетичних ресурсів, нетрадиційних джерел енергії та теплових відходів промислового виробництва.

У НУВГП була створена і розвивається з 80-х років минулого століття наукова школа з теплових (тепловодних) сільськогосподарських меліорацій (Є.А. Ярмолінський, С.Т. Вознюк, П.К. Кузьмич, С.В. Ковальов, В.П. Востріков та ін.).

Для обігріву локальних ділянок ґрунту та отримання ранньої овочево-ягідної продукції запропонована і досліджена технологія теплової меліорації ґрунту поверхневим нагріванням за допомогою гнучких водонаповнених рукавів-оболонки. На базі цієї технології запропоновано створювати спеціальні тепломеліоративні системи (ТМС) поверхневого обігріву ґрунту (ПОГ) та спеціальні агрогосподарства для вирощування с.-г. продукції [1].

Актуальність дослідження. Особливістю місць проживання рослин є їхнє перебування одночасно у двох дуже різних за властивостями середовищах – ґрунті і повітрі. Верхній родючий шар ґрунту і приземний шар повітря разом утворюють середовище проживання рослин. Тому методи, способи і технічні засоби теплових меліорацій повинні бути спрямовані на все середовище проживання рослин, тобто і на ґрунт, і на повітря.

Дослідження процесів формування та оцінка температурного режиму мають також проводитись для двох середовищ, теплові процеси у яких тісно взаємопов'язані. Важливим науковим завданням є встановлення ефективності поверхневого обігріву, з'ясування його особливостей та впливу на зміну температурного режиму, зокрема приземного шару повітря.

Слід відзначити, що дослідженням температурного режиму приземного шару повітря в природних умовах присвячена значна кількість наукових праць, зокрема, і при застосуванні різноманітних тепломеліоративних заходів [1, 2]. Вперше залежності для розрахунку температур приземного шару повітря на

різній висоті для умов ґрунту, що обігривається широкими рукавами, розташованими на його поверхні, були отримані І.В. Романюком [2].

Проте, зміна форми оболонки-рукава з одиничного широкого на декілька оболонок-рукавів у формі трубопроводів, що розташовані у міжряддях рослин [3], змінює умови теплообміну та теплопередачі, що не може не відобразитись на зміні характеру формування температурного режиму в середовищі «ґрунт – рослина – приземний шар повітря».

З метою дослідження вказаних особливостей нами були проведені натурні дослідження роботи однієї блок-секції ТМС і, зокрема, досліджено вплив ПОГ трубопровідними рукавами-оболонками на температурний режим приземного шару повітря.

Блок-секція становить собою елемент ТМС у вигляді грядки шириною 0,8-1,0 м і довжиною 20-30 м, яка додатково захищається тунельними укриттями із прозорих матеріалів – плівок. Грядки обігриваються мережею рукавів-оболонки, максимально із 5-ти штук.

Дослідження проводили на земельній ділянці приватного фермерського господарства в межах приміської зони м. Рівне. Методика проведення натурних досліджень наведена у [4].

Методологічне значення. Натурні дослідження дозволяють отримати фактичні дані з формування температурного режиму у реальних умовах і, тим самим, визначити більш достовірно тепломеліоративну ефективність ПОГ та з'ясувати характер зв'язку між температурним режимом та параметрами ТМС.

Викладення основного матеріалу. Як відомо, ефективність будь-якого тепломеліоративного заходу характеризується локальним показником термічного ефекту [5].

Локальний показник термічного ефекту $\Delta T(x, t)$ характеризує зміну (відмінність) температури на глибині x в момент часу t , у порівнянні з контрольним варіантом і визначається за формулою:

$$\Delta T(x, t) = T_{ТМС}(x, t) - T_{КД}(x, t)$$

де $T_{ТМС}(x, t)$, $T_{КД}(x, t)$ – температура приземного шару повітря на певній висоті в блок-секції ТМС та в природних умовах (контрольна ділянка).

Температурний режим приземного шару повітря при ПОГ формується під впливом багатьох чинни-

ків, визначальними з яких є природні умови та умови роботи ТМС.

Із погодно-кліматичних чинників потрібно відмітити сонячну активність, хмарність, вітер, опади, температуру повітря, переміщення повітряних мас, характер рослинного покриву і т.д.

Із факторів, що визначає безпосередньо система обігріву, потрібно вказати на конструкцію, параметри рукавів-оболонки (форма, геометричні розміри і матеріал оболонки) та температуру теплоносія – води в системі обігріву.

У 2011 р. натурна дослідна система поверхневого обігріву була змонтована та запущена нами в роботу 9.03.2011 р. о 20.00. Ділянку під влаштування системи попередньо розчистили від снігу та на замерзлому ґрунті були розкладені рукави-оболонки. На цей час товщина промерзання ґрунту складала до 20 см. Культура-реагент на ділянці – полуниця Кліро другого року вирощування.

Система обігріву працювала протягом березня-травня 2011 р. Вплив ПОГ рукавами-оболонками в блок-секціях, як показали наші дослідження, в першу чергу, відображається на підвищенні температур приземного шару повітря.

Хід середньодобових температур повітря засвідчує, що в загальному вони мають тенденцію до підвищення від певних мінімальних значень на початку березня до більших значень у кінці травня.

При цьому динамічність зміни температур повітря значно вища, ніж ґрунту, що відображається через амплітуди та частоти їхніх коливань. Температури повітря при обігріві у порівнянні з контролем є постійно вищими. Це перевищення стабільне, складає до 10-12°C на початку березня (при низьких температурах зовнішнього середовища) і зменшується до 4-6°C у травні.

Як видно із табл. 1, на різних висотах сума активних температур накопичується по-різному, але разом з тим перевищує аналогічний показник на контрольній ділянці у 2-3 рази. Позитивний ефект обігріву проявляється також в зменшенні амплітуди середньодобових температур у 2 рази, порівняно з ділянкою, що не обігрівалася.

Важливе значення для оцінки позитивної ролі обігріву має вивчення закономірностей формування температурного режиму приземного шару повітря в місячному та добовому циклах. Адже прояви негативних метеорологічних факторів в першу чергу мають місце у повітрі та згодом проникають у ґрунт.

Середньодадні температури повітря в блок-секції ТМС на різній висоті та на контрольній ділянці представлені в табл. 2. У порівнянні з температурою приземного шару на контрольній ділянці температури повітря при обігріві на різній висоті, навіть у перших декадах березня, знаходяться в межах 8-12 °С, що є достатнім для відновлення біологічних процесів у рослин.

1. Сума активних температур повітря на різній висоті в блок-секції ТМС (протягом періоду досліджень, березень-травень 2011 р.)

Найменування ділянки	Висота, м	Сума температур, °С				
		□ 0	□ 5	□ 10	□ 15	□ 20
ПОГ	0,2	-	1531	1521	1339	897
	0,3	-	1504	1484	1288	590
	0,7	-	1462	1403	1211	478
КД	2,0	917	876	682	453	198

2. Середньодадні температури приземного шару повітря на різній висоті в блок-секції ТМС та на контрольній ділянці в метеобудці на висоті 200 см (протягом періоду досліджень, березень-травень 2011 р.), °С

Місяць	Декада	Температура теплої води, °С	Висота, см			
			ПОГ			КД
			20	30	70	
Березень	I	18,7	9,7	9,1	8,4	-1,8
	II	22,0	13,0	12,4	11,7	1,5
	III	23,3	15,9	15,5	14,9	5,1
Квітень	I	23,8	17,4	17,0	16,5	8,6
	II	26,3	19,1	18,4	17,8	8,5
	III	26,6	21,2	21,1	20,3	15,1
Травень	I	25,3	18,7	18,2	17,7	10,3
	II	25,9	21,3	21,4	21,0	16,5
	III	23,2	21,2	21,1	21,0	20,9

Примітка: ПОГ – температура на певній висоті в блок-секції ТМС при обігріві ґрунту; КД – температура на висоті 200 см на контрольній ділянці.

Із табл. 3 видно, що у приземному шарі повітря на різній висоті термічні ефекти є майже однаковими за величиною та із збільшенням інтенсивності сонячної радіації їх величина зростає за рахунок парникового ефекту. Відповідно в кінці травня, за виключенням періодів різкого пониження температури в нічний час, температурні умови ділянки обігріву та контрольної ділянки вирівнюються.

Динаміка середньодадних температур повітря за варіантами досліджень наведена на рис. 1.

Хід температур повітря у 2011 р. показує, що на контролі вони зростали від -2°C до +2°C на висоті 2,0 м, на обігріві зростали від +10°C до +21°C на висоті 0,2 м.

При обігріві і захисті плівковим укриттям зменшуються перепади (амплітуди) середньодадних температур повітря, що можна відмітити як позитивний ефект. Дещо більшими є також температури повітря на висоті 20-30 см, ніж на висоті 70 см, що пояснюється розташуванням рукавів-оболонки на поверхні ґрунту.

Проаналізуємо термічні ефекти у повітрі для окремих добових періодів з різними метеорологічними умовами. Дані за період початкового розігріву ґрунту наведено на рис. 2 та в табл. 4.

Вже на другу добу обігріву у повітрі встановлюється стабільний термічний ефект, який у ранковій годині на висоті 0,2 м складає 11,3-11,8°C, а у денні

3. Середньодадний локальний термічний ефект в повітрі блок-секції ТМС на різній висоті (протягом періоду досліджень, березень-травень 2011 р.), °C

Місяць	Декада	Температура теплої води, °C	Висота, см		
			20	30	70
Березень	I	18,7	11,5	10,9	10,2
	II	22,0	11,5	10,9	10,2
	III	23,3	10,8	10,4	9,8
Квітень	I	23,8	8,8	8,4	7,9
	II	26,3	10,6	9,9	9,3
	III	26,6	6,1	6,0	5,2
Травень	I	25,3	8,4	7,9	7,4
	II	25,9	4,8	4,9	4,5
	III	23,2	0,3	0,2	0,1

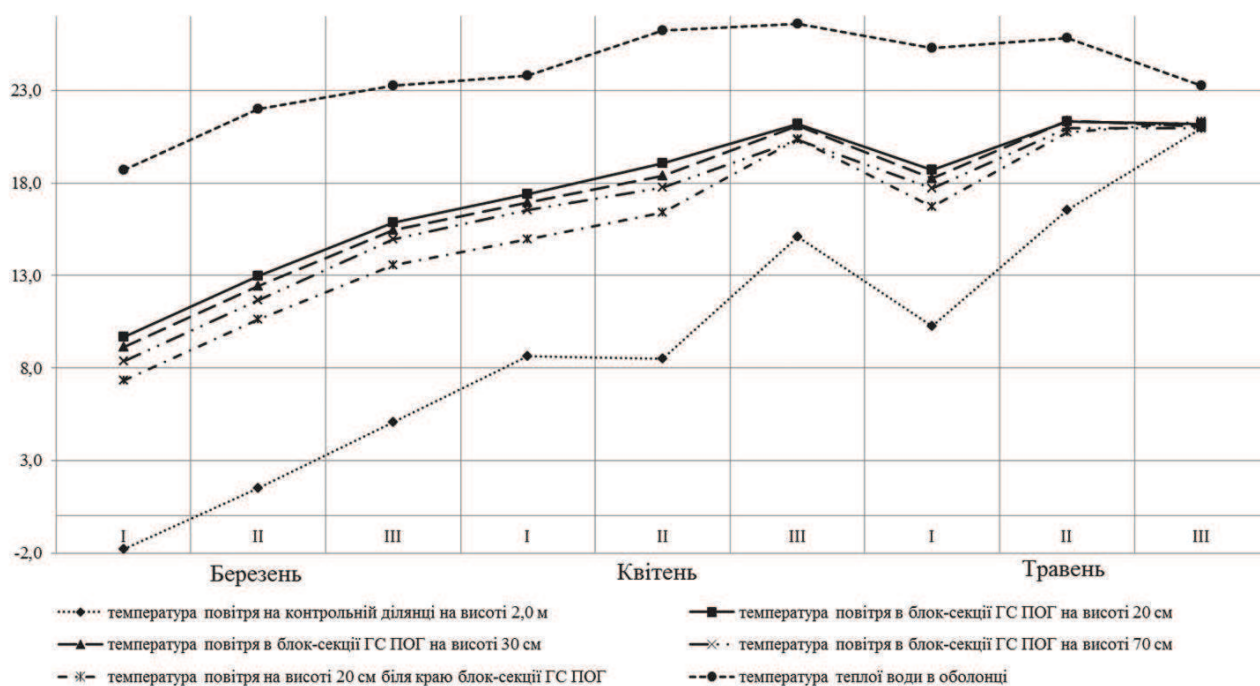


Рис. 1. Динаміка середньодадних температур повітря на різній висоті в блок-секції ТМС та на контрольній ділянці протягом періоду досліджень (березень-травень 2011 р.)

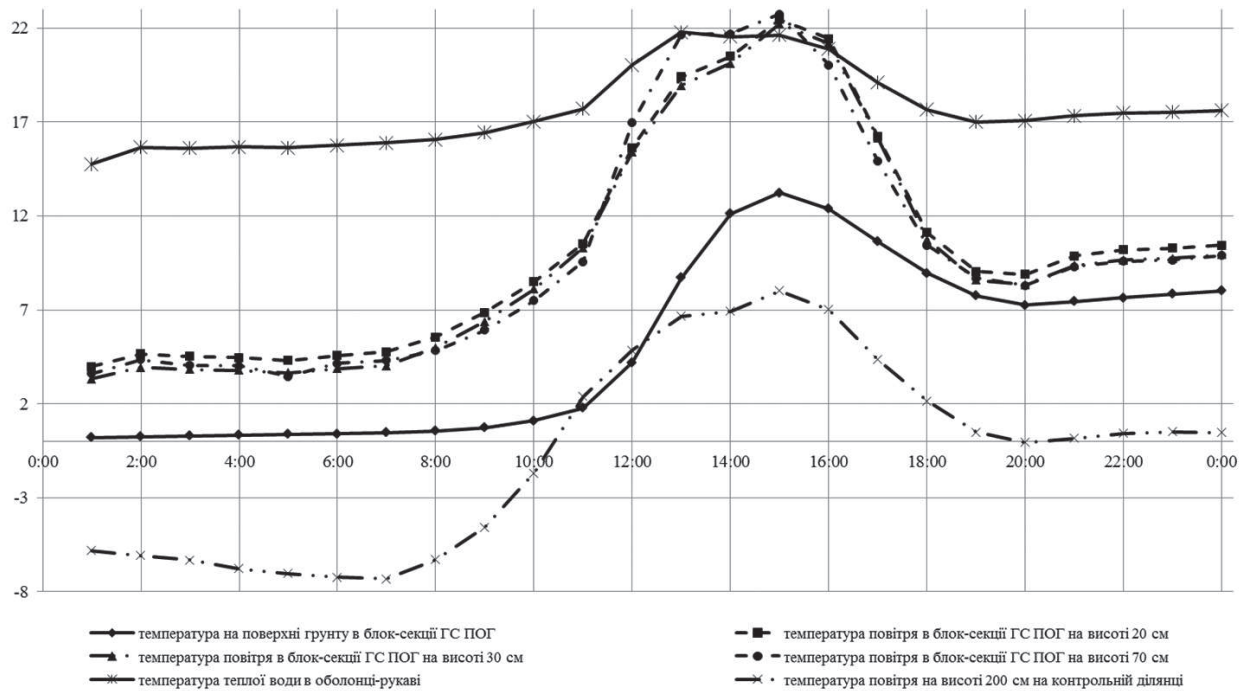


Рис. 2. Добовий хід температури повітря 10.03.2011 р. на різних висотах в блок-секції ТМС та на контрольній ділянці при від'ємних температурах у початковий період роботи системи поверхневого обігріву $T_{в}=17,6^{\circ}\text{C}$

4. Середньогодинний локальний термічний ефект 10.03.2011 р. в повітрі блок-секції ТМС на різній висоті ($T_{в}=17,6^{\circ}\text{C}$), $^{\circ}\text{C}$

Години	Висота, см			Години	Висота, см		
	20	30	70		20	30	70
01:00	9,8	9,1	9,4	13:00	12,7	12,3	15,0
02:00	10,8	10,0	10,4	14:00	13,6	13,2	14,8
03:00	10,8	10,1	10,3	15:00	14,5	14,2	14,7
04:00	11,3	10,6	10,8	16:00	14,4	14,2	13,0
05:00	11,3	10,7	10,4	17:00	11,8	11,7	10,5
06:00	11,8	11,1	11,4	18:00	9,0	8,7	8,3
07:00	12,1	11,3	11,6	19:00	8,5	8,1	8,2
08:00	11,8	11,3	11,1	20:00	9,0	8,4	8,4
09:00	11,5	11,0	10,5	21:00	9,7	9,2	9,1
10:00	10,2	9,8	9,2	22:00	9,8	9,3	9,2
11:00	8,1	7,9	7,2	23:00	9,8	9,2	9,2
12:00	10,7	10,5	12,1	00:00	9,9	9,4	9,4

досягає $14,4-14,5^{\circ}\text{C}$. На величину термічних ефектів у повітрі впливає хмарність, яка значно зменшує пряму сонячну радіацію. Важливими є гарантовані високі термічні ефекти у повітрі у нічні години при повній відсутності сонячної радіації.

Амплітуда коливань температури повітря на різній висоті в блок-секції ТМС: на висоті 0,2 м - $19,9^{\circ}\text{C}$, на висоті 0,3 м - $20,3^{\circ}\text{C}$, на висоті 0,7 м - $20,4^{\circ}\text{C}$, в той же час на висоті 2,0 м на контрольній ділянці - $16,6^{\circ}\text{C}$.

Варто відзначити, що термічні ефекти від ПОГ були досліджені також І.В. Романюком [2]. Так, середньодобовий локальний термічний ефект 15.03.2004 р. на ділянці обігріву широкими

рукавами-стрічками при додатковому захисті плівковим укриттям становив: на висоті 5 см - $5,4^{\circ}\text{C}$, на висоті 10 см - $5,1^{\circ}\text{C}$, на висоті 15 см - $4,7^{\circ}\text{C}$, на висоті 50 см - $4,3^{\circ}\text{C}$ (при температурі теплої води $25,7^{\circ}\text{C}$).

У той же час 15.03.2011 р. середньодобові локальні термічні ефекти в блок-секції ТМС з рукавами-оболонками становили: на висоті 20 см - $6,4^{\circ}\text{C}$, на висоті 30 см - $6,0^{\circ}\text{C}$, на висоті 70 см - $5,5^{\circ}\text{C}$ (при температурі теплої води $19,8^{\circ}\text{C}$).

Нами для умов Заходу України було досліджено вплив обігріву ґрунту оболонками-рукавами на ріст, розвиток і урожайність полуниць та зелених овочів. В умовах обігріву ґрунту дозрівання ягід полуниці

відбувається на 4 декади раніше, ніж на контрольній ділянці без обігріву. Загальний урожай при цьому збільшується за рахунок обігріву на 50 %.

Впровадження технології поверхневого обігріву ґрунту на площі 1 га як інноваційного проекту за методикою оцінки чистого дисконтованого доходу дає чистий дисконтований дохід у 317 тис. грн. при вирощуванні полуниць. Період окупності капітальних вкладень не перевищує 3 років.

Висновки. Отже, поверхневий обігрів ґрунту рукавами-оболонками дозволяє створити більш сприятливі теплові умови в середовищі росту і роз-

витку сільськогосподарських культур. Встановлено, що приземний шар повітря достатньо прогривається та в ньому підтримується температура, яка дозволяє рослинам активно рости і розвиватися навіть у ті періоди, коли спостерігається несприятливий вплив метеорологічних факторів.

Також варто відзначити, що приземний шар повітря в блок-секції тепломеліоративної системи швидше реагує на зміну навколишніх умов та підкоряється разом із зовнішнім повітрям однаковим законам.

Бібліографія

1. Пінчук О.Л. Обґрунтування конструкції та параметрів гідротехнічної системи поверхневого обігріву ґрунту рукавами-оболонками при використанні скидних теплих вод / О.Л. Пінчук. – Рівне, 2012. – 255 с.
2. Романюк І.В. Теплова меліорація ґрунту скидною теплою водою за допомогою гідротехнічної системи з теплообмінниками-рукавами (в умовах Західного Полісся України) / І.В. Романюк. – Рівне, 2007. – 249 с.
3. Востріков В.П. Тепломеліоративні системи для обігріву ґрунту з використанням низькотемпературних теплових відходів / В.П. Востріков, О.Л. Пінчук // Водне господарство України. – №6. – 2009. – С. 36.
4. Методика натурних досліджень роботи системи поверхневого обігріву ґрунту та автоматизованого збору температурних даних / В.П. Востріков, В.С. Мельник, О.Л. Пінчук, В.М. Гнатюк // Вісник НУВГП: збірник наук. праць. – Випуск 2(54). Технічні науки. – Рівне, 2011. – С. 40-49.
5. Куртнер Д.А. Агротемперологические основы тепловой меліорации / Д.А. Куртнер, А.Ф. Чудновский. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 231 с.

Рассмотрены вопросы влияния поверхностного обогрева почвы на температурный режим приземного слоя воздуха. Приведены результаты экспериментальных исследований поверхностного обогрева почвы в блок-секции тепломеліоративной системы. Определена агроэкономическая эффективность и доказана технико-экономическая целесообразность тепловой меліорации почвы оболочками-рукавами с постоянно циркулирующей в них сбросной теплой водой и при дополнительной защите туннельными укрытиями.

The questions of influence of surface heating soil's on temperature condition of surface air are considered. Experimental results of surface heating of soil in block-section of thermomelіoration system are given. Agro-economic efficiency and proven technical and economic feasibility of the thermal melіoration of soil by shell-sleeves with constantly circulating waste warm water, with the additional protection tunnel shelters were defined.