

**Пінчук О. Л., к.т.н., доцент, Герасімов Є. Г., д.т.н., доцент,
Романюк І. В., к.т.н., доцент, Куницький С. О., к.т.н., старший
дослідник, Іванчук Н. В., к.т.н., доцент (Національний університет
водного господарства та природокористування, м. Рівне)**

ВОДНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ В БЛОК-СЕКЦІЯХ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ КРАПЛИННИМИ СИСТЕМАМИ ЗРОШЕННЯ

Досліджено, що спільна дія поверхневого обігріву і сонячної радіації у денні години призводить до швидкого підвищення температури повітря і необхідності провітрювання тунельних укриттів. Інтенсивне провітрювання призводить до втрат вологи, яка випаровується рослинами, і пересихання верхнього 10-сантиметрового шару ґрунту, що викликає необхідність поповнення запасів вологи в ґрунті під час нарощування урожаю полуниць. Рекомендовано проведення навесні у кінці квітня на початку травня двох-трьох поливів нормами по 150–200 м³/га за допомогою краплинних систем зрошення.

Ключові слова: гідротехнічна система; оболонка-рукав; водний режим; краплинне зрошення.

Перспективним напрямом використання скидного тепла промислових та енергетичних об'єктів, як засвідчили розробки вчених різних країн, є використання в сільському господарстві, а саме для потреб рослинництва і тваринництва [1; 2; 3], причому найбільший ефект очікується від комплексного поєднання різних напрямів у складі так званих «енергобіологічних комплексів», що вирішують одночасно проблеми промисловості, енергетики, сільського господарства і навколишнього середовища [4; 5]. У складі енергобіологічних комплексів технології використання низькопотенціального тепла промислових та енергетичних об'єктів конструктивно реалізуються у вигляді спеціальних гідротехнічних систем обігріву ґрунту, а як обігрівачі в системах використовуються різноманітні пристрої (лотки, труби, шланги, тонкостінні оболонки тощо) [6].

Технологія теплової меліорації ґрунтів поверхневим обігрівом



гнучкими оболонками-рукавами з використанням скидних теплих вод виявила свою достатньо високу тепломеліоративну та економічну ефективність [7; 8], що стимулює подальший науковий пошук, а також детальну розробку гідротехнічних систем поверхневого обігріву ґрунту оболонками-рукавами та їх впровадження в аграрному секторі для фермерських господарств і створення на їх основі ЕБК.

Тому питання розробки, обґрунтування та дослідження технології і технічних засобів поверхневого обігріву ґрунту скидною теплою водою з використанням гнучких тонкостінних оболонок-рукавів як одного із найбільш перспективних напрямів у складі ЕБК залишається актуальним і на даний час.

Водночас невирішеними залишаються питання обґрунтування раціональних конструкцій гідротехнічних систем поверхневого обігріву та форми оболонок-рукавів, режимів подачі і збору води на системі, способів регулювання водного режиму ґрунту, автоматизації, контролю і управління роботою гідротехнічної системи тощо.

Зміни в температурному режимі ґрунту в умовах поверхневого обігріву, без сумніву, відображаються і на формуванні його водного режиму. Вплив поверхневого обігріву на формування водного режиму ґрунту вивчався нами шляхом систематичних спостережень за режимом вологості ґрунту на ділянці з поверхневим обігрівом та на контрольній ділянці на землях приватного фермерського господарства в межах приміської зони м. Рівне. Площа ділянки обігріву складала 6,5 м².

У натурному експерименті була використана дослідна система поверхневого обігріву ґрунту (рис. 1), що складається з оболонок-рукавів, розташованих на поверхні ґрунту та об'єднаних для зручності експлуатації у секцію за допомогою розподільчого та збираючого колекторів. Оболонки-рукави були виконані із поліетиленової плівки товщиною 200 мкм і мали діаметр 100 мм при повному напірному наповненні водою.

Циркуляція теплої води здійснювалась за допомогою насосного агрегату CDXM/A 90/10, а її підігрів – електроводонагрівальною установкою КЕО-4,5-6/380(220)-Б. Температура теплоносія моделювалась відповідно до температурного режиму циркуляційних вод Хмельницької АЕС навесні і підтримувалась у певних межах за допомогою терморегулятора ТК-4 з похибкою регулювання $\pm 0,1^\circ \text{C}$. У

системі обігріву, яка працювала повністю у замкненому циклі, використовували водопровідну воду.

З метою найбільш ефективного використання теплової енергії води для обігріву рослин і створення комфортних умов для їх вирощування додатково використовували тунельні укриття, у якості світлопрозорого екрану використовували поліетиленову плівку товщиною 100 мкм.

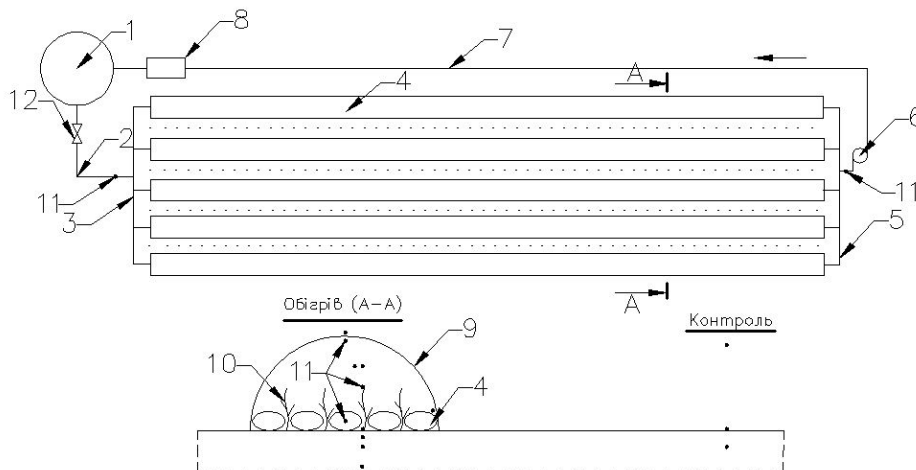


Рис. 1. Схема натурного дослідження з обігріву ґрунту:

- 1 – резервуар теплої води; 2 – трубопровід подачі теплоносія;
3 – розподільчий колектор; 4 – оболонка-рукав; 5 – збірний колектор;
6 – насосний агрегат; 7 – транспортуючий трубопровід; 8 – електричний нагрівач;
9 – тунельне укриття з поліетиленової плівки; 10 – рослини;
11 – датчики температури; 12 – засувка

Експериментальна система обігріву працювала наступним чином (рис. 1): теплоносій із резервуара теплої води 1 під напором 0,1 м по трубопроводу 2 надходить до розподільчого колектора, який розподіляє його між рукавами 4. Тепла вода проходячи оболонками-рукавами обігріває ґрунт та приземний шар повітря навколо рослин, інтенсифікуючи процеси їх росту і розвитку. Охолоджена вода через колектор 5 надходить до всмоктувальної лінії насосного агрегату 6 та подається трубопроводом 7 до електронагрівача 8. В електронагрівачі 8 теплоносій нагрівається до заданої температури та надходить до резервуара теплої води 1. Витрата теплоносія, що надходить із резервуара 1, регулюється засувкою 12, після чого цикл повторюється. В системі обігріву підтримували температуру води в межах 20–25° С у березні-квітні, з підвищенням її до 30° С у травні.

Кількість атмосферних опадів вимірювали за допомогою опадоміра Третьякова. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим способом. Відбір ґрунтових зразків проводився на режимних ділянках, розташованих на відстані 0,5–1,0 м від місця вимірювання температури ґрунту. При цьому зразки відбирались у зоні між двома оболонками-рукавами і під ними, а вологість розраховувалась, як середня для цієї зони. Визначення вологості ґрунту проводилося один-два рази в декаду через кожні 10 см до глибини 0,5 м у трикратній повторності. В окремі періоди вологість ґрунту визначалась пошарово до глибини 1,0 м [9].

Для оцінювання вологозабезпеченості сільськогосподарських культур зазвичай використовують показники найменшої вологоємності (НВ) та вологості в'янення (ВВ), максимально та мінімально допустимої вологості, які характеризують продуктивний запас води в ґрунті та наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Водно-фізичні характеристики ґрунту дослідної ділянки

Шар ґрунту, см	Щільність ґрунту, г/см ³	Вологість, %			Запаси води, W, мм					
		ПВ	НВ	ВВ	ПВ	НВ	0,8 НВ	0,7 НВ	0,6 НВ	ВВ
0–5	1,16	44,60	32,10	10,80	25,9	18,6	14,9	13,0	11,2	6,3
5–10	1,17	44,20	31,80	10,80	25,9	18,6	14,9	13,0	11,2	6,3
10–20	1,20	42,40	29,60	10,70	50,9	35,5	28,4	24,9	21,3	12,8
20–30	1,22	41,70	28,90	10,60	50,9	35,3	28,2	24,7	21,2	12,9
30–40	1,24	40,40	27,60	10,30	50,1	34,2	27,4	24,0	20,5	12,8
40–50	1,24	39,90	26,40	9,80	49,5	32,7	26,2	22,9	19,6	12,2
Середнє/сума	1,2	42,20	29,40	10,50	253,1	175,0	140,0	122,5	105,0	63,3

Основний вплив на формування водного режиму ґрунту здійснюють атмосферні опади, температура повітря й ґрунту, характер рослинності і фізичні властивості ґрунту. В умовах ґрунту, закритого плівковим укриттям, опади фактично не впливають на водний режим ґрунту, а його формування відбувається за механізмами перерозподілу води в межах укриття.

Під впливом нагрівання ґрунту та розвитку рослин відбувається інтенсивне фізичне випаровування та транспірація води рослинами з наступною конденсацією води на внутрішній поверхні плівки та стіканням конденсату по плівці. Конденсат, що стікає по

внутрішній поверхні плівки, та атмосферні опади, які стікають по зовнішній стороні плівки, формують специфічний для укриття водний режим ґрунту (рис. 2).

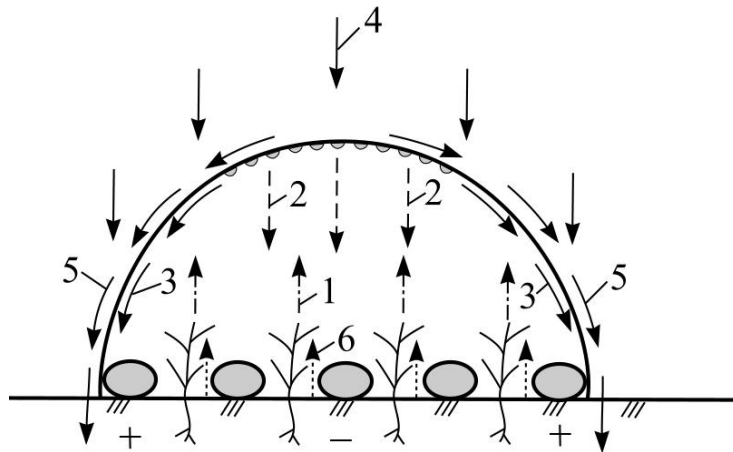


Рис. 2. Схема формування водного режиму ґрунту, що обігривається під плівковим укриттям: 1 – транспірація вологи рослинами; 2 – конденсована волога, що випадає на ґрунт і рослини; 3 – конденсована волога, що стікає по плівці; 4 – атмосферні опади; 5 – атмосферні опади, що стікають по плівці; 6 – випаровування вологи з поверхні ґрунту

Під плівковим укриттям виникає специфічний кругообіг вологи. Частина вологи, що конденсувалась на внутрішній поверхні плівки, падає вниз на ґрунт, рукави і рослини, а частина стікає по плівці у бокові смуги ґрунту, зволожуючи його. Ці бокові смуги ґрунту біля першого і п'ятого рукавів додатково зволожуються також атмосферними опадами, що потрапляють на укриття ззовні.

Такий механізм кругообігу вологи призводить до того, що волога під укриттям довгий час зберігається у нормативних межах, ґрунт біля бічних країв ділянки додатково зволожується, а смуги ґрунту між 2 і 3 та 4 і 5 рукавами частково втрачають вологу (підсихають).

При провітрюванні укриттів починаються інтенсивні втрати вологи за межі простору укриття разом з повітрям. В цей час кореневий шар ґрунту підсихає і виникає потреба у додатковому зволоженні ґрунту. Проаналізуємо динаміку зміни вологості та вологозапасів у ґрунті у натурному експерименті 2011 року.

Загальний характер зміни вологості ґрунту у шарі 0–50 см є майже однаковим і на контролі, і на ділянці з поверхневим обігрівом (рис. 3, 4).

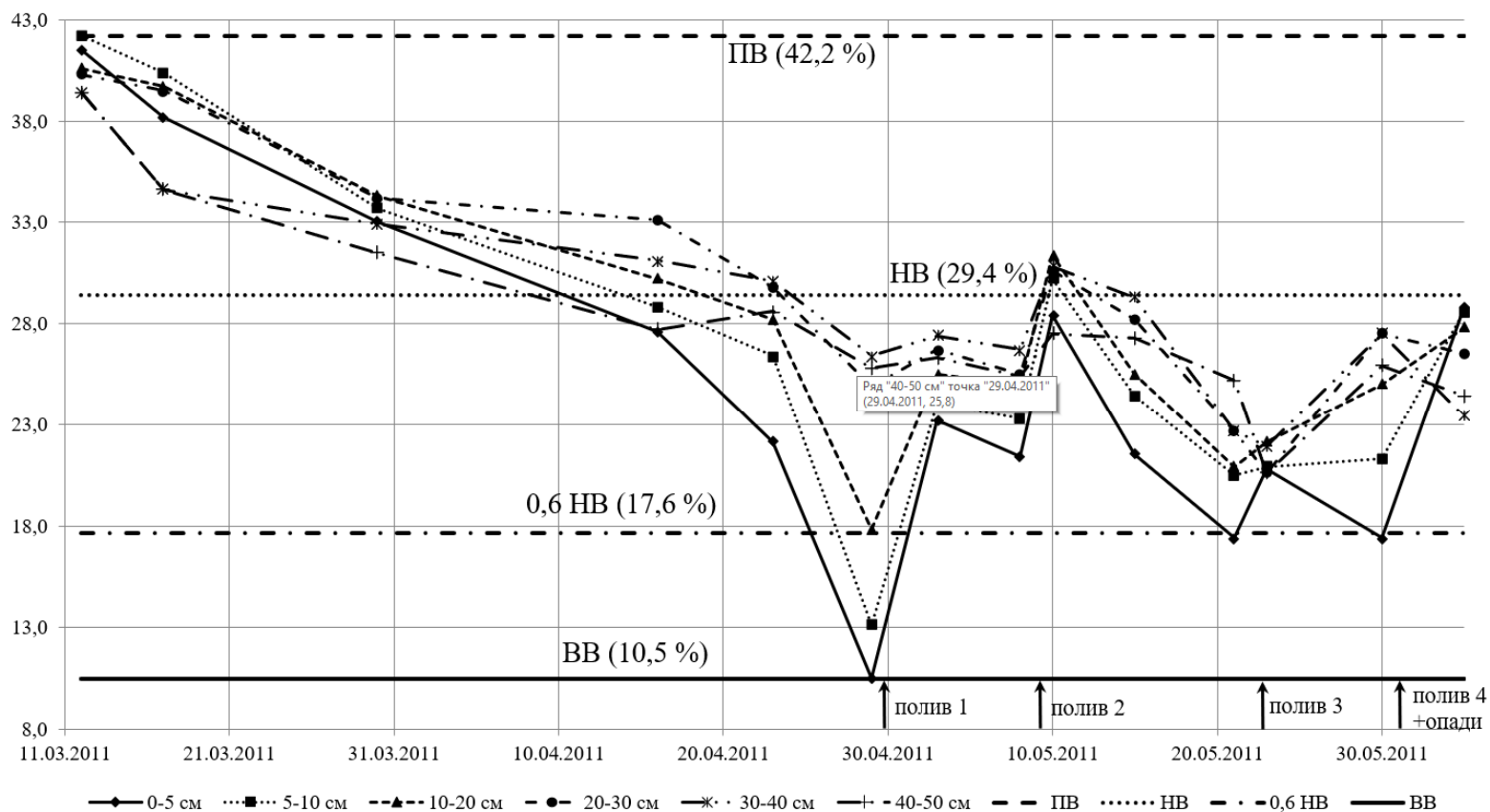


Рис. 3. Динаміка вологості ґрунту в шарі 0–0,5 м в блок-секції ГС ПОГ протягом періоду досліджень

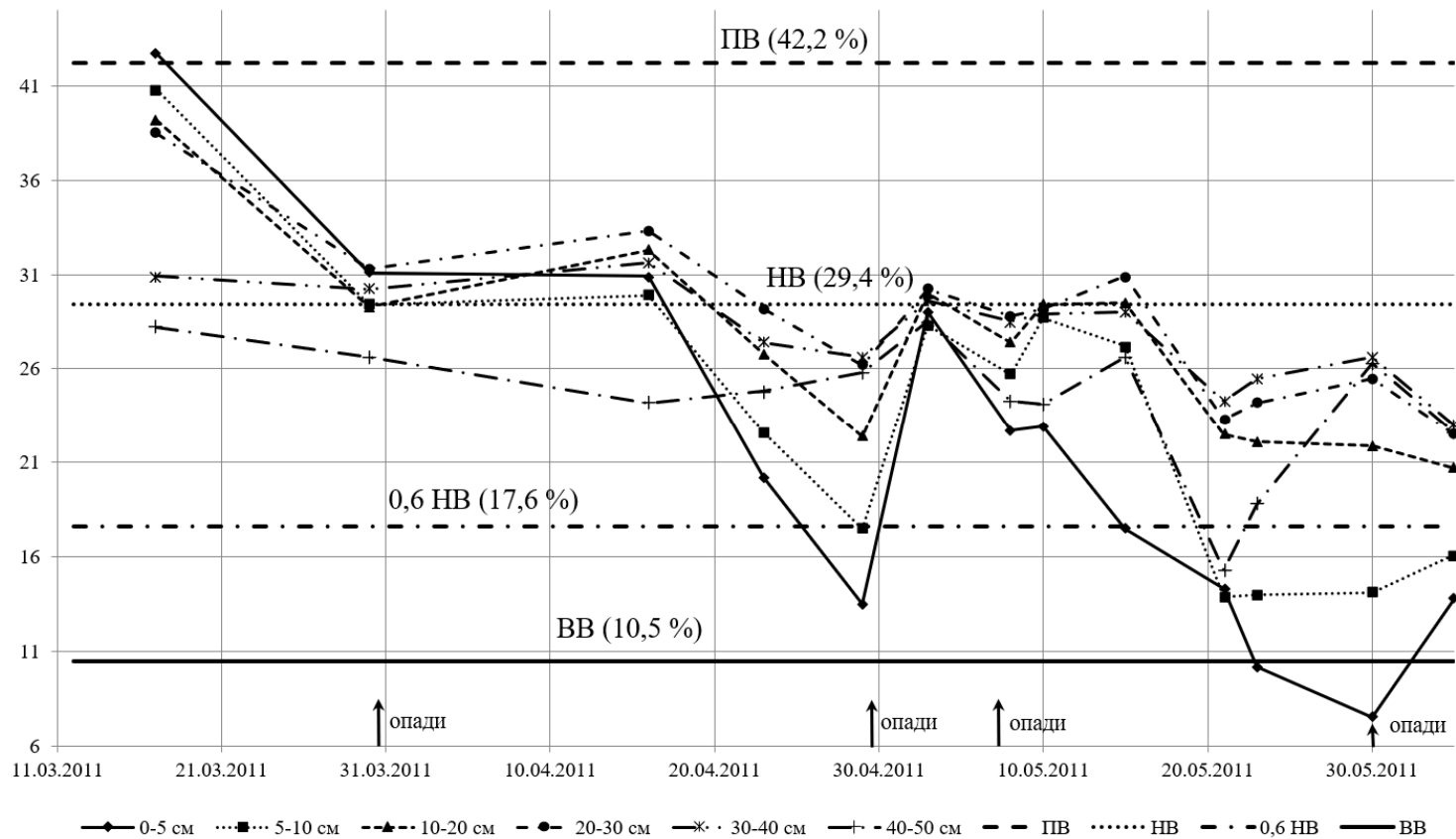


Рис. 4. Динаміка вологості ґрунту в шарі 0–0,5 м на контрольній ділянці протягом періоду досліджень



Вологість поступово зменшується впродовж березня-травня від певного максимального значення, яке дорівнює повній вологоємності (ПВ), що складає для ґрунту дослідної ділянки 42,2% на початку березня, до певного мінімально допустимого значення, яке складає 60% від найменшої вологоємності (НВ). Середнє значення НВ складає для ґрунту дослідної ділянки обігріву 29,4%, а $0,6 \text{ НВ} = 17,6\%$.

Вологість ґрунту на ділянці з обігрівом у березні-квітні, коли тунельне укриття закрито, утримується вище НВ, причому на початку розігріву і відтаювання ґрунту вологість досягає рівня ПВ.

Із збільшенням температур ґрунту при обігріві, інтенсивним ростом рослин (полуниць), збільшенням сумарного випаровування, починається поступове зменшення вологості ґрунту, особливо у шарі 0–10 см. При цьому найбільші втрати вологи і підсихання ґрунту відбуваються в шарі 0–5 см.

Інтенсивність втрати вологи на ділянці обігріву ґрунту зростає при нарощуванні урожаю полуниць у кінці квітня та при одночасному зростанні інтенсивності провітрювання тунелів вдень. У цей час виникає необхідність проведення заходів з додаткового зволоження ґрунту. Протягом травня місяця (після збору урожаю і зняття плівкового укриття) ґрунт переходить у природний стан і при діючому обігріві вологість ґрунту поступово ще зменшується, що вимагає проведення постійного моніторингу за вологістю ґрунту і, при потребі, подачі певних порцій (норм) води на зволоження.

Аналіз даних спостережень за динамікою вологості досліджуваного контрольного ґрунту показує, що найбільша вологість спостерігається на початку розрахункового періоду, а найменша – в кінці. Висока вологість ґрунту на початку розрахункового періоду обумовлюється насиченням його вологою в період сніготанення і рясних весняних дощів, а спад вологості впродовж розрахункового періоду проходить під впливом випаровування її із ґрунту, посиленої транспірації і споживання вологи рослинами.

На контрольній ділянці, яка не обігрівалась, вологість ґрунту також поступово зменшувалась, проте у березні і до середини квітня трималася на рівні НВ. Зменшення вологості в контрольному ґрунті починається з середини квітня, коли значно зростають температури повітря на дослідній ділянці.

Збільшення вологості на контрольній ділянці відбувається за рахунок природних опадів. Значні опади, що пройшли наприкінці квітня, дозволили підвищити вологість ґрунту з 15–20% до 28–30%. У

подальшому (у травні) вологість ґрунту на контрольній ділянці поступово зменшується, особливо у шарі 0–10 см за рахунок збільшення втрат на сумарне випаровування і відсутності опадів, що могли б покрити цей дефіцит.

Аналогічні тенденції мають місце і в зміні вологозапасів у ґрунті (табл. 2 та рис. 5). Особливостями формування вологозапасів є наступні. При розігріві ґрунту, таненні льоду і снігу, у ґрунті, що обігрівається, мають місце максимальні запаси вологи. Так у шарі 0–10 см вони досягають 47–50 мм, а у шарі 0–50 см 225–230 мм. До кінця березня, у наслідок роботи системи обігріву, інтенсивного сумарного випаровування і провітрювання укриття вони зменшились до 14 мм у шарі 0–10 см та до 128 мм у шарі 0–50 см.

Було витрачено понад 35 мм у шарі 0–10 см та біля 100 мм у шарі 0–50 см за березень–квітень. Таке зменшення вологозапасів, особливо у верхньому шарі, викликало необхідність поповнити вологозапаси в ґрунті і провести полив. Полив було проведено за допомогою системи краплинного зрошення, що була змонтована із краплинних стрічок, укладених у рядки біля рослин.

Порівняння зміни вологозапасів контрольного ґрунту та ґрунту, що обігрівається, свідчить про те, що загальний характер цих змін майже однаковий і у шарі 0–20 см, де розташована основна коренева система полуниці.

Проте, якщо поповнення вологозапасів на контролі відбувається природним шляхом, то при поверхневому обігріві потрібне штучне поповнення вологи, особливо в кінці квітня та у травні місяці.

В якості поливних стрічок використовували стрічки з інтегрованими краплинними водовипусками, розташованими через 0,3 м один від одного. Потрібний напір в мережі системи краплинного зрошення створювали напірним баком ємністю 100 л, розташованим на висоті 4,0 м над поверхнею ґрунту. Подачу води регулювали кульковою засувкою, а об'єм вилитої води вимірювали крильчастим лічильником-водоміром. Для поливу використовували водопровідну воду із системи місцевого міського водопостачання.

Перший полив провели 30 квітня нормою 200 м³/га. Це дозволило збільшити вологозапаси у шарі 0–10 см до 28,3 мм, а у шарі 0–50 см до 155,4 мм. У подальшому виникла необхідність повторно провести поповнення вологозапасів в ґрунті. Поливи провели 9 та 22 травня, 1 червня відповідно нормами 200 м³/га.

Таблиця 2

Величина вологозапасів у шарах ґрунту протягом періоду спостережень, мм

Дата	0-5		5-10		10-20		20-30		30-40		40-50		0-0,5 м	
	ГС ПОГ	КД	ГС ПОГ	КД	ГС ПОГ	КД	ГС ПОГ	КД	ГС ПОГ	КД	ГС ПОГ	КД	ГС ПОГ	КД
12.03.2011	24,9	-	25,3	-	48,7	-	48,4		47,3	-	47,3	-	241,9	-
17.03.2011	22,9	25,6	24,2	24,5	47,6	47,0	47,4	46,2	41,5	37,1	41,5	33,8	225,2	214,3
30.03.2011	19,8	18,7	20,2	17,6	41,2	35,2	41,0	37,6	39,5	36,2	37,8	31,9	199,5	177,2
16.04.2011	16,6	18,5	17,3	17,9	36,2	38,8	39,7	40,0	37,3	37,9	33,2	29,0	180,4	182,2
23.04.2011	13,3	12,1	15,8	13,6	33,8	32,2	35,8	35,0	36,1	32,9	34,3	29,8	169,1	155,5
29.04.2011	6,3	8,1	7,9	10,5	21,4	26,9	29,9	31,4	31,7	31,9	31,0	31,0	128,0	139,8
03.05.2011	13,9	17,4	14,4	17,0	30,6	36,0	32,0	36,2	32,9	35,5	31,6	34,2	155,4	176,3
08.05.2011	12,8	13,6	14,0	15,4	30,0	32,9	30,6	34,6	32,0	34,2	30,5	29,2	149,9	159,8
10.05.2011	17,0	13,7	18,1	17,2	37,7	35,3	36,7	35,0	37,0	34,7	33,0	28,9	179,5	164,9
15.05.2011	12,9	10,5	14,6	16,3	30,6	35,4	33,8	37,1	35,2	34,8	32,8	31,9	159,9	166,0
21.05.2011	10,4	8,6	12,3	8,3	25,1	27,0	27,2	28,0	27,2	29,2	30,2	18,4	132,5	119,4
23.05.2011	12,5	6,1	12,5	8,4	26,5	26,5	24,7	29,0	26,3	30,6	24,7	22,6	127,3	123,2
30.05.2011	10,4	4,5	12,8	8,5	30,0	26,3	33,0	30,6	33,0	31,9	31,1	31,6	150,3	133,3
04.06.2011	17,3	8,3	17,2	9,7	33,4	24,8	31,8	27,0	28,1	27,6	29,3	27,1	157,0	124,5

Примітка: Поливи: 1 – 30.04.2011 р., 200 м³/га; 2 – 09. 05.2011 р., 200 м³/га; 3 – 22.05.2011 р., 200 м³/га; 4 – 01.06.2011 р., 200 м³/га.

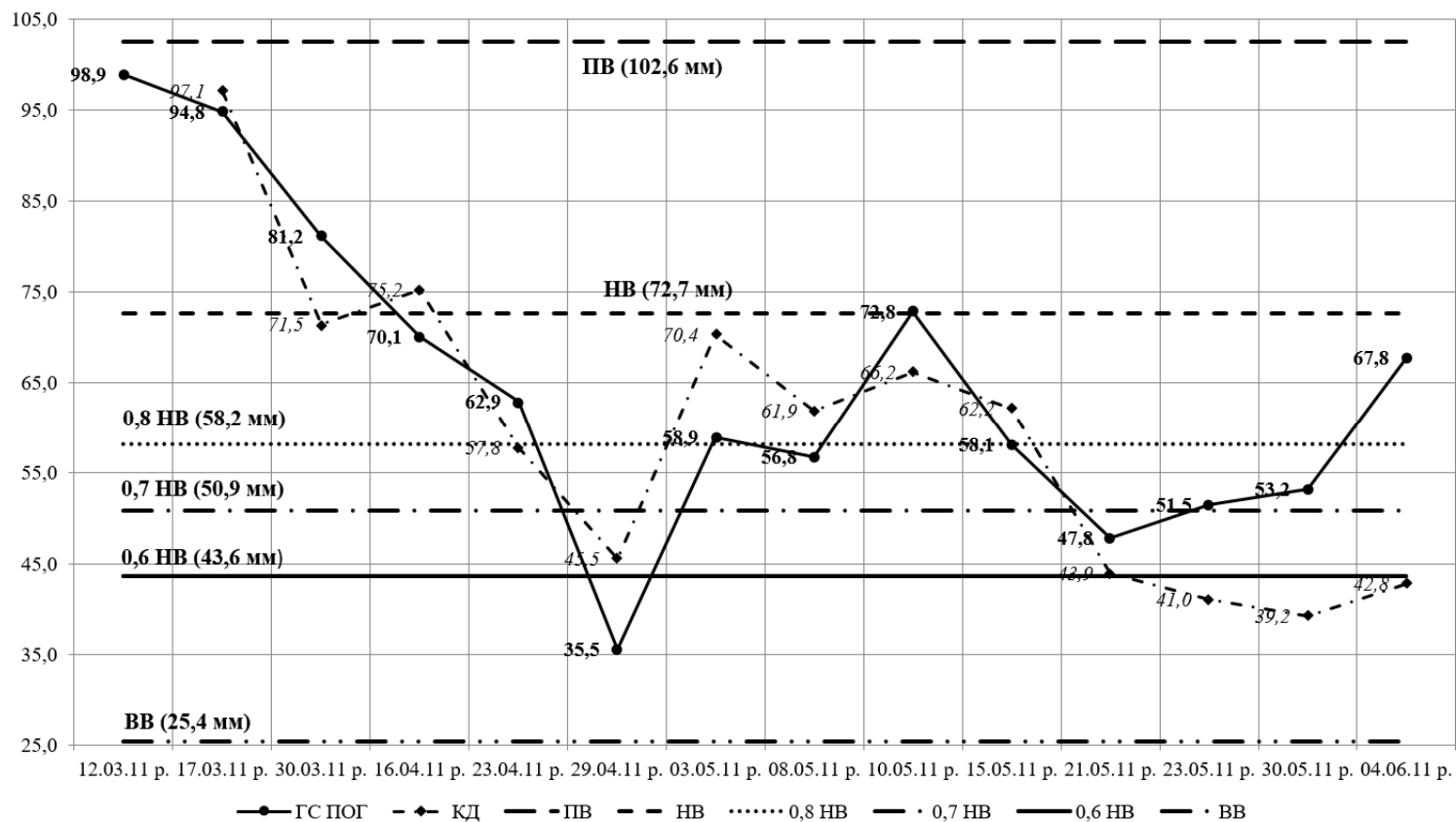


Рис. 5. Динаміка вологозапасів (мм) у орному шарі ґрунту (0–0,2 м) за варіантами досліджень протягом періоду спостережень



Аналіз зміни вологозапасів у ґрунті засвідчив, що загальна потреба у зволоженні ґрунту, що обігрівається, при вирощуванні ранніх полуниць під укриттям, складає 600–800 м³/га. Найбільш доцільною при цьому може бути система краплинного зрошення, яку рекомендують для захищеного ґрунту у вигляді поливних стрічок.

Інтенсивне нагрівання ґрунту, розвиток рослин та збільшене сумарне випаровування, як наслідок, призводять до втрат вологи з ґрунту і необхідності регулювання водного режиму ґрунту, особливо у верхньому 0–10 см шарі. Для підтримання вологості ґрунту на потрібному для розвитку рослин рівні потрібно подавати в ґрунт, що обігрівається, додаткову кількість вологи. Регулювати рівень вологи в ґрунті можна за допомогою краплинних стрічкових систем зрошення, періодично зволожуючи ґрунт невеликими поливними нормами в межах до 150–200 м³/га, переважно протягом другої половини квітня та травня, коли починається провітрювання тунелів і втрати вологи зростають. При закритих тунелях у березні-квітні рівень вологості в ґрунті зберігається на достатньому рівні без додаткового зволоження.

1. Бурденкова Е. Ю. Оптимизация параметров и схем теплоснабжения теплично-овощных комбинатов с использованием сбросной и низкопотенциальной теплоты КЭС : дис. ... канд. техн. наук : 05.14.01. Саратов, 2001. 146 с. 2. Ольховик О. І., Востріков В. П., Пінчук О. Л. Використання низькопотенційного тепла доквілля тепловими насосами для потреб сільського господарства. *Вісник НУВГП* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2007. Вип. 1(37). С. 54–61. 3. Обігрів ґрунту рукавами-теплообмінниками і його вплив на ґрунтові процеси, розвиток і врожайність суниць / В. П. Востріков, І. В. Романюк, О. Л. Пінчук, І. О. Новачок. *Вісник НУВГП* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2008. Ч. 1. Вип. 2(42). С. 108–115. 4. Фарберов В. Г., Калмыков А. Е., Зеленина Е. С. Энергобиологический комплекс. *Экология промышленного производства*. 2001. № 4. С. 28–30. 5. Васильев Н. Н., Ремизов Ю. В. Энергобиологические комплексы как способ утилизации сбросного тепла крупных энергообъектов и создание высокоинтенсивного безотходного производства. *Вопросы атомной науки и техники*. 2004. Вип. 1. С. 57–60. 6. Пінчук О. Л. Аналіз конструкцій тепломеліоративних систем. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2011. Вип. 1(53). С. 85–94. 7. Романюк І. В. Теплова меліорація ґрунту скидною теплою водою за допомогою гідротехнічної системи з теплообмінниками-рукавами (в умовах Західного Полісся України) : дис. ... канд. техн. наук : 06.01.02. Рівне, 2007.

249 с. **8.** Гурин В. А., Востриков В. П., Романюк И. В., Пинчук О. Л. Тепловая эффективность обогрева грунта водонаполненными гибкими рукавами при использовании низкотемпературной воды. *Роль мелиорации в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России* : материалы международной научно-практической конференции. Москва, 2009. Часть 1. С. 129–135. **9.** Востриков В. П., Пинчук О. Л., Романюк И. В. Методичні аспекти гідравлічних досліджень тепломеліоративних систем поверхневого обігріву ґрунту оболонками-рукавами. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2011. Вип. 3(55). С. 30–36.

REFERENCES:

1. Burdenkova E. Yu. Optimizatsiya parametrov i shem teplosnabzheniya teplichno-ovoschnyih kombinatov s ispolzovaniem sbrosnoy i nizkopotentsialnoy teploty KES : dis. ... kand. tehn. nauk : 05.14.01. Saratov, 2001. 146 s. **2.** Olkhoviy O. I., Vostrikov V. P., Pinchuk O. L. Vykorystannia nyzkopotentsiinoho tepla dovkillia teplovymy nasosamy dlia potreb silskoho hospodarstva. *Visnyk NUVHP* : zb. nauk. prats. Rivne : NUVHP, 2007. Vyp. 1(37). S. 54–61. **3.** Obihriv gruntu rukavamy-teploobminnykamy i yoho vplyv na hruntovi protsesy, rozvytok i vrozhainist sunyts / V. P. Vostrikov, I. V. Romaniuk, O. L. Pinchuk, I. O. Novachok. *Visnyk NUVHP* : zb. nauk. prats. Rivne : NUVHP, 2008. Ch. 1. Vyp. 2(42). S. 108–115. **4.** Farberov V. G., Kalmyikov A. E., Zelenina E. S. Energobiologicheskiiy kompleks. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*. 2001. № 4. S. 28–30. **5.** Vasilev N. N., Remizov Yu. V. Energobiologicheskie komplekseyi kak sposob utilizatsii sbrosnogo tepla krupnih energoobyektov i sozдание vyisokointensivnogo bezothodnogo proizvodstva. *Voprosy atomnoy nauki i tekhniki*. 2004. Vyp. 1. S. 57–60. **6.** Pinchuk O. L. Analiz konstruksii teplomelioratyvnykh system. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky*. Rivne : NUVHP, 2011. Vyp. 1(53). S. 85–94. **7.** Romaniuk I. V. Teplova melioratsiia gruntu skydnoiu teploiu vodoiu za dopomohoiu hidrotekhnichnoi systemy z teploobminnykamy-rukavamy (v umovakh Zakhidnogo Polissia Ukrainy) : dys. ... kand. tekhn. nauk : 06.01.02. Rivne, 2007. 249 s. **8.** Gurin V. A., Vostrikov V. P., Romanyuk I. V., Pinchuk O. L. Teplovaya effektivnost obogreva grunta vodonapolnennymi gibkimi rukavami pri ispolzovanii nizkotemperaturnoy vodyi. *Rol melioratsii v obespechenii prodovolstvennoy i ekologicheskoy bezopasnosti Rossii* : materialy mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Moskva, 2009. Chast 1. S. 129–135. **9.** Vostrikov V. P., Pinchuk O. L., Romaniuk I. V. Metodychni aspekty hidravlichnykh doslidzhen teplomelioratyvnykh system poverkhnevoho obihrivu gruntu obolonkamy-rukavamy. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky*. Rivne : NUVHP, 2011. Vyp. 3(55). S. 30–36.

**Pinchuk O. L., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor,
Romaniuk I. V., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor,
Gerasimov Ie. G., Doctor of Engineering, Associate Professor,
Kunyskyi S. O., Candidate of Engineering (Ph.D.), Senior Researcher,
Ivanchuk N. V., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor**
(National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

COMPUTER PROGRAM FOR CALCULATION OF PRESSURE LOSSES IN SHELLS-SLEEVES OF HYDROTECHNICAL SYSTEMS OF SURFACE HEATING SOIL

Agriculture is a promising direction for using waste heat from industrial and energy facilities, namely for the creation of special hydrotechnical systems for heating the soil. The technology of soil heat melioration by surface heating with flexible shells-sleeves using discharge warm water has shown its ameliorative and economic efficiency. Changing the soil temperature regimes during surface heating is undoubtedly reflected in its water regime formation. The studying of the effect of surface heating on the soil water regime formation through has been done, on the basis of systematic observations of the soil moisture regime in the area with surface heating and in the control area on the lands of a private farm within the suburban zone of the city of Rivne. Atmospheric precipitation, air and soil temperature, types of crops, and the physical properties of the soil exert the main influence on the formation of the water regime of the soil. In the conditions of the soil covered by a film shelter, precipitation actually does not affect the soil water regime, and its formation occurs according to the mechanisms of moisture redistribution within the shelter. Under the influence of soil heating and plant development, there is intense physical evaporation and transpiration of moisture by plants, followed by condensation of moisture on the inner surface of the film and condensation running down the film. Condensate flows down the inner film surface and atmospheric precipitation flows down the outer side of the film and form a specific water regime of the soil for the shelter. In addition, it was investigated that the joint action of surface heating and solar radiation during daytime hours leads to a rapid increase in air temperature and the need to ventilate tunnel shelters. Intensive aeration leads to loss of moisture, which is evaporated by plants, and

drying of the upper 10-cm layer of the soil, which causes the need to replenish moisture reserves in the soil during the growth of the strawberry crop. It is recommended to carry out two or three watering at the rate of 150–200 m³/ha in the spring at the end of April and at the beginning of May with the help of drip irrigation systems.

***Keywords:* hydraulic engineering systems; shell-sleeve; water regime; drip irrigation.**
