

УДК 631.6:532.5

Пінчук О. Л., к.т.н., ст. викладач (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕРІВНОСТЕЙ ПОВЕРХНІ НА ГІДРАВЛІЧНИЙ ПОХИЛ ОБОЛОНОК-РУКАВІВ

Проведено експериментальні гідравлічні дослідження оболонко-рукавів за наявності перешкод на поверхні розташування. Здійснено аналіз зміни гідравлічного похилу оболонки-рукава за різних умов. Запропоновано коефіцієнт нерівності, який враховує вплив перешкод під оболонкою-рукавом на гідравлічний похил.

Ключові слова: система поверхневого обігріву ґрунту, оболонка-рукав, гідравлічний похил, нерівності поверхні.

На даний час особливо актуальною є проблема залежності української економіки від імпорту енергоносіїв, їх постійного подорожчання. Внаслідок чого відбувається збільшення витрат на виробництво продукції у сільському господарстві, зокрема, на вирощування овочів у закритому ґрунті.

У більшості тепличних господарств, за виключенням тих, що використовують теплову енергію систем охолодження різних енергетичних та промислових підприємств, для обігріву використовують газові котельні. При збереженні динаміки зростання вартості газу перспектив у тепличних господарств майже немає. Адже навіть зараз, коли багато тепличних господарств активно встановлюють автономні системи опалення та запроваджують енергозберігаючі технології, вони все одно залежні від постачальників газу.

Альтернативою традиційним технологіям отримання ранньої плодовоовочевої продукції в теплицях може стати розроблена і досліджена науковцями НУВГП технологія використання низькопотенціального тепла промислових та енергетичних підприємств для обігріву закритого ґрунту. Її суть зводиться до того, що тепла скидна вода, проходячи через оболонки-рукави із гнучких полімерних матеріалів, що розташовані на поверхні ґрунту, охолоджується, віддаючи тепло ґрунту і повітрю та створюючи оптимальні умови для вирощування сільськогосподарських рослин. В конструктивному плані технологія може бути реалізована, як система поверхневого обігріву ґрунту (СПОГ) (рис. 1) [1].

На практиці, при проектуванні та будівництві СПОГ з оболонками-рукавами, необхідно враховувати також характер поверхні ґрун-

ту. Наявність перешкод (у вигляді грудок ґрунту, залишків трав'яної та кущової рослинності, різноманітного сміття антропогенного походження чи погано спланованої поверхні поля) може деформувати стінку чи дно оболонки-рукава і спричинити додаткові втрати напору на їхнє подолання і, в цілому, до збільшення загальних розрахункових втрат напору в СПОГ.

Нами були проведені спеціальні гідравлічні дослідження з вивчення впливу нерівностей поверхні, на якій розташовані оболонки-рукави, на втрати напору води в них. Нерівності поверхні імітували штучними перепонами у вигляді дерев'яних брусків діаметром 20 мм, що укладались з різним кроком під оболонкою-рукавом [2].

Для загальної характеристики рельєфу поверхні ґрунту, який має перешкоди, нами запропоновано показник питомої нерівності поверхні, який характеризує частоту перешкод під рукавом на один погонний метр і визначається як співвідношення загальної кількості перешкод до загальної довжини оболонки-рукава:

$$f_{\text{нерівн.}} = \frac{N_{\text{пер.}}}{L_{\text{об.-рук.}}}, \quad (1)$$

де $N_{\text{пер.}}$ – кількість перешкод, шт.; $L_{\text{об.-рук.}}$ – довжина оболонки-рукава, м.

Результати дослідження впливу рівномірно розподілених 6, 12, 18, 24 та 54 штучних нерівностей на втрати напору у оболонці-рукаві діаметром 50 мм при його довжині 30 м в режимі підтопленого витікання води представлені на рисунку 2 та в таблиці 1. Рукав 50 мм був прийнятий для дослідження як найбільш чутливий до перешкод на поверхні ґрунту.

При цьому показник питомої нерівності поверхні складав: при 6 штучних перепонах – $f_{\text{нерівн.}} = 0,2$; при 12 штучних перепонах – $f_{\text{нерівн.}} = 0,4$; при 18 штучних перепонах – $f_{\text{нерівн.}} = 0,6$; при 24 штучних перепонах – $f_{\text{нерівн.}} = 0,8$; при 54 штучних перепонах – $f_{\text{нерівн.}} = 1,8$.

Аналіз отриманих даних показав, що узагальнена залежність для розрахунку гідравлічного похилу оболонки-рукава (2) за наявності перешкод на поверхні розташування трансформується до вигляду:

$$i = a \cdot k_{\text{нерівн.}} \cdot Q^b, \quad (2)$$

де $k_{\text{нерівн.}}$ – коефіцієнт нерівності, який враховує наявність перешкод на поверхні ґрунту під оболонкою-рукавом.

Нами отримано також графік залежності коефіцієнта нерівності від показника питомої нерівності (рис. 2), який описується залежністю:

$$k_{\text{нерівн.}} = 0,2276 \cdot f_{\text{нерівн.}} + 0,9832; R^2 = 0,9992 . \quad (3)$$

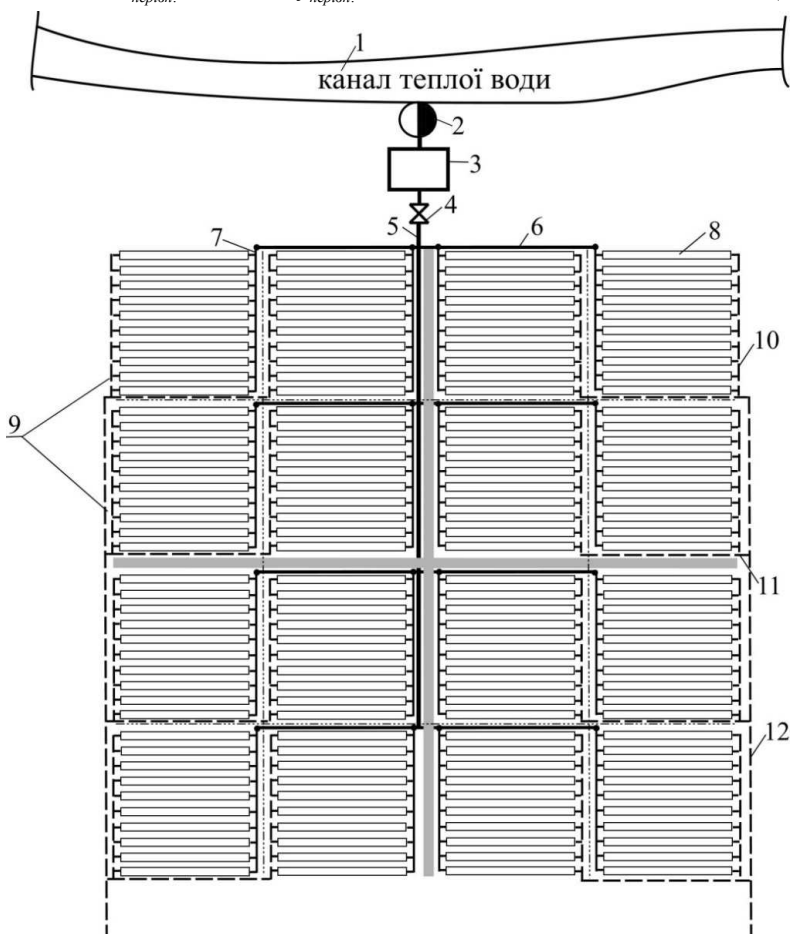


Рис. 1. Принципова схема СПОГ оболонками-рукавами:

- 1 – канал теплої води; 2 – насосна станція; 3 – регулюючий басейн;
 4 – регулятор витрати; 5 – магістральний трубопровід; 6 – підвідний трубопровід;
 7 – розподільчий трубопровід; 8 – блок-секції із оболонок-рукавів; 9 – блок-модулі;
 10 – збираючий трубопровід; 11 – відвідний трубопровід; 12 – скидний трубопровід (лоток, канал)

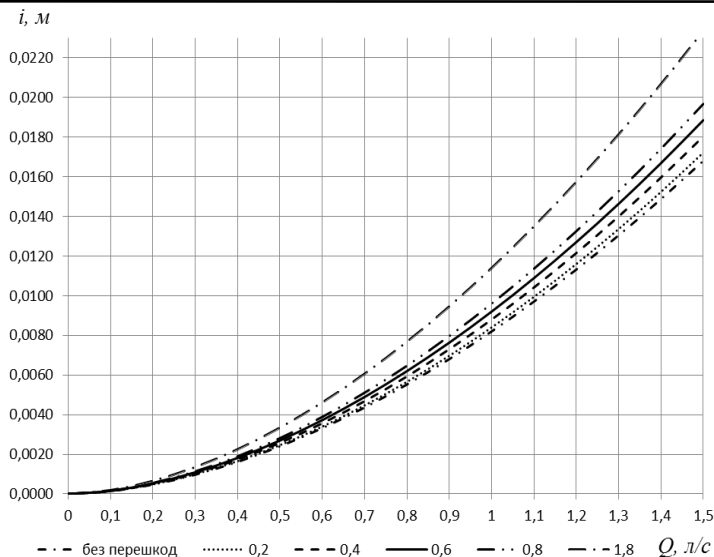


Рис. 2. Графік залежності гідравлічного похилу оболонки-рукава Ø 50 мм за різної питомої нерівності поверхні (підоплене витікання)

Таблиця

Експериментальні залежності гідравлічного похилу оболонки Ø 50 мм за різної питомої нерівності

Режим витікання	Величина питомої нерівності	Залежності для визначення гідравлічного похилу оболонки-рукава, м	Коефіцієнт детермінації R^2
Підоплене	0,0	$i = 0,0082 \cdot Q^{1,77}$	0,9971
	0,2	$i = 0,0084 \cdot Q^{1,77}$	0,9991
	0,4	$i = 0,0088 \cdot Q^{1,77}$	0,9905
	0,6	$i = 0,0092 \cdot Q^{1,77}$	0,9979
	0,8	$i = 0,0096 \cdot Q^{1,77}$	0,9986
	1,8	$i = 0,0114 \cdot Q^{1,77}$	0,9983

Примітка: i – гідравлічний похил рукава-оболонки, м; Q – витрата води в рукаві, л/с.

Аналіз отриманих результатів показав, що навіть для оболонки-рукава діаметром 50 мм при витратах в рукаві 0,1-0,3 л/с та при довжині в 30 м, що є наближеним до реальних виробничих умов експлуа-

тації ГС ПОГ, втрати напору від перешкод на поверхні ґрунту збільшуються на декілька міліметрів (1-2 мм).

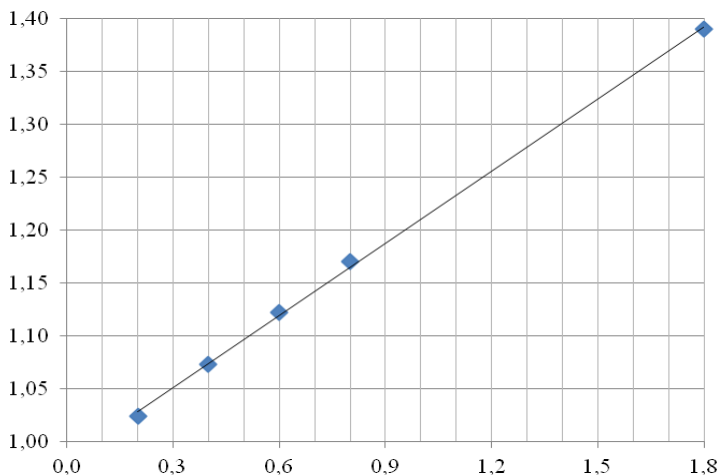


Рис. 3. Графік залежності $k_{нерівн.} = f(f_{нерівн.})$

Очевидно, що для рукавів більшого діаметра вплив нерівностей на поверхні ґрунту на втрати напору буде ще меншим.

Для рукавів діаметрами 80-100 мм, які рекомендуються нами для практичного використання, впливом незначної кількості нерівностей висотою 2-3 см під рукавами на втрати напору в них можна практично знехтувати, а за достатні розрахункові втрати напору води в рукавах діаметрами 80-100 мм можна приймати величини в межах від 1 до 3 см.

Висновок.

Досліджено вплив штучних нерівностей на поверхні ґрунту на характер формування втрат напору в оболонках-рукавах, встановлено емпіричні залежності гідравлічного похилу оболонки-рукава діаметром 50 мм в умовах підтопленого витікання за різної питомої нерівності поверхні, отримано узагальнену залежність втрат напору від витрати з врахуванням коефіцієнта нерівності поверхні для рукава діаметром 50 мм. Встановлено, що для невеликих витрат води в рукавах (0,1-0,3 л/с) нерівності поверхні висотою 2-3 см збільшують втрати напору при транспортуванні води на незначну величину (1-2 міліметри) і ними можна нехтувати у практичних розрахунках.

1. Пінчук О. Л. Аналіз конструкцій тепломеліоративних систем / О. Л. Пінчук // Вісник НУВГП: збірник наукових праць. – Випуск 1(53). Технічні науки. –

Рівне, 2011. – С. 85-94. 2. Востріков В. П. Методичні аспекти гідравлічних досліджень тепломеліоративних систем поверхневого обігріву ґрунту оболонками-рукавами / В. П. Востріков, О. Л. Пінчук, І. В. Романюк // Вісник НУВГП : збірник наук. праць. – Випуск 3(55). Технічні науки. – Рівне, 2011. – С. 30-36. 3. Науменко І. І. Технічна механіка рідини і газу: підручник. – Рівне, 2009. – 376 с. 4. Степанов П. М. Справочник по гідравліке для меліораторов / П. М. Степанов, И. Х. Овчаренко, Ю. А. Скобельцин. – М. : К., 1984. – 207 с. – 68 с. 5. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Идельчик И. Е.; под ред. М. О. Штейнберга. – [3-е изд., перераб. и дополн.]. – М. : Машиностроение, 1992. – 672 с.

Рецензент: д.т.н., професор Гурич В. А. (НУВГП)

Pinchuk O. L., Candidate of Engineering, Senior Lecturer (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

RESEARCH OF INFLUENCE OF SURFACE ROUGHNESS ON HYDRAULIC SLOPING OF SLEEVE-COVER

The experimental hydraulic research of sleeve-cover in the presence of obstacles on the surface location have been done. The analysis of changes of hydraulic slope sleeve-cover under various conditions was completed. A coefficient of inequality that takes into account the impact of interference under the sleeve-cover on hydraulic slope proposed.

Keywords: system of the surface soil heating, sleeve-cover, hydraulic slope, obstacles on the surface.

Пінчук О. Л., к.т.н., старший преподаватель (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕРОВНОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УКЛОН ОБОЛОЧЕК-РУКАВОВ

Проведены экспериментальные гидравлические исследования оболочек-рукавов при наличии препятствий на поверхности расположения. Осуществлен анализ изменения гидравлического уклона оболочки-рукава при различных условиях. Предложен коэффициент неравноности, учитывающий влияние препятствий под оболочкой-рукавом на гидравлический уклон.

Ключевые слова: система поверхностного обогрева ґрунта, оболочка-рукав, гидравлический уклон, неровности поверхности.
