

УДК 631.445.152:631.436(045)

Долгілевич М.Й.

доктор біологічних наук, професор

Новіченко Т. М.

аспірант

ПОТОКИ ТЕПЛА В ЛІСОАГРАРНОМУ ЛАНДШАФТІ ПОЛІССЯ

Рівень потоків тепла, викликаних адвекцією, в лісоаграрному ландшафті пов'язаний з формуванням шару витіснення на облісненому полі, що призводить до зменшення турбулентності повітряного потоку та теплообміну. Посилення теплообміну у відкритому полі викликається турбулізацією тут повітряного потоку та збільшенням швидкості вітру.

Циркуляція атмосфери, яка забезпечує перенос тепла і вологи, є однією з найважливіших функцій кліматичної системи. Відомо, що на формування клімату Полісся впливає перенос повітряних мас з заходу.

Потоки тепла в приземному шарі повітря пов'язані з конвективним і турбулентним факторами. Роль цих факторів характеризується числом Річардсона (Ri), яке включає як динамічний

($u^2 \frac{du}{dz}$), так і конвективний ($\frac{gH}{Tc_p\rho}$) фактори:

$$Ri = - \frac{g}{T} \frac{H}{c_p \rho u_*^2} \frac{du}{dz} \quad (1)$$

де g - прискорення сили тяжіння, m^2/c^2 ;

H - турбулентний потік тепла, Wt/m^2 ;

T - температура, $^{\circ}C$;

c_p - питома теплоємність повітря, $кал/м^3$;

ρ - густина повітря, $кг/м^3$;

u_* - динамічна швидкість повітряного потоку, $м/с$;

u - швидкість повітряного потоку на висоті z , $м/с$.

Разом з тим, турбулентний обмін, пов'язаний з вітровим режимом, залежить від параметра шорсткості підстилаючої поверхні та подібного до нього шару (z_0), де швидкість вітру дорівнює нулю. Система лісових смуг збільшує величину шару витіснення, змінює профілі швидкостей та турбулентність повітряного потоку. Уявлення про характер зміни величини параметра z_0 дає рисунок 1, побудований нами за даними [4]. Вплив лісової смуги викликає збільшення шару витіснення з завітреної сторони в тисячі разів.

Слід очікувати, що зміна величини z_0 поведе за собою і зміну потоків тепла на облісненому полі.

Екологічні умови Полісся характеризуються дефіцитом тепла

щодо вимог сільськогосподарських культур. Внаслідок адвекцій холодного повітря з півночі та північного заходу протягом вегетації сільськогосподарських культур, суттєво знижується їх

продуктивність. Особливо негативний ефект від адвективного переносу холоду проявляється на перезволожених ґрунтах, які вимагають величезної кількості тепла на своє прогрівання.

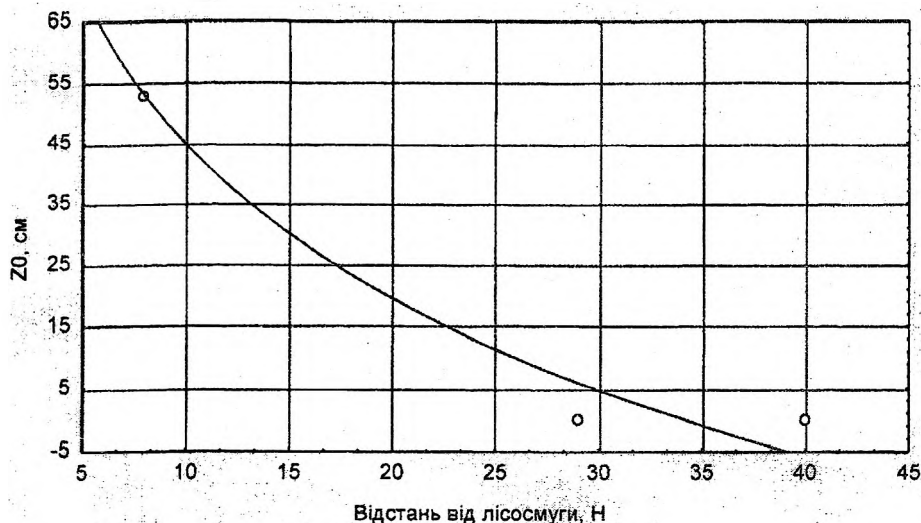


Рис. 1. Зміни параметра z_0 на облісненому полі.

Знання фізичної суті формування потоків тепла в лісоаграрному ландшафті корисне для вирішення проблеми меліорації мікроклімату з метою оптимізації екологічних умов сільськогосподарських культур.

Дослідження потоків тепла в лісоаграрному ландшафті проведені недостатньо, а на території Полісся вони тільки розпочались. [1,2]

Дослідження проводились в 1996-1997 р.р. на землях селекційного центру «Росія» (Радомишльський район, Житомирської області). Ґрунти дослідних ділянок - дернові глейові. Система полезахисних лісових смуг представлена такими таксаційними характеристиками:

полезахисна лісосмуга I - дворядна, ажурної конструкції, вік - 25 років, висота - 12.5 м, головна порода - береза, повисла супутна - клен гостролистий і татарський; полезахисна лісосмуга II - дворядна, ажурної конструкції, вік - 22 роки, висота - 12 м, склад порід:

дуб черешчатий, в'яз дрібнолистий, клен гостролистий і татарський.

Аеродинамічні характеристики повітряного потоку вивчалися за методикою [3], Адвективний перенос тепла визначався за тією ж методикою.

Метеорологічні спостереження проводились на метеоділянках, які розміщувались на

відстані 5, 10, 20 і 30 Н (де Н — висота лісової смуги в метрах) від захисної смуги. Відстань 30Н приймалась за відкрите поле. Спостереження проводились три дні підряд в кожен фазу розвитку сільськогосподарських культур. Щоденно було шість строків спостереження – з 6 по 21 годину [3].

Динамічні і теплові характеристики повітряного потоку вивчались при північних і північно-західних вітрах. Дослідження проводились у ланці сівозміни горохо-вівсяна суміш на сіно-озиме жито.

Отримані результати досліджень свідчать про фізичний механізм переносу тепла в лісоаграрному ландшафті. При адвекціях лісові смуги в аграрному ландшафті зменшують вертикальний градієнт швидкості вітру у всі фази розвитку рослин (табл. 1). Розвиток рослин супроводжується збільшенням шорсткості підстилаючої поверхні і, як наслідок, посиленням коефіцієнта турбулентності. Збільшення шорсткості підстилаючої поверхні, в свою чергу, викликає посилення турбулентності потоку (рис.2). Однак, в порівнянні з відкритими полями під захистом лісових смуг коефіцієнт турбулентності зменшується, що відбивається на турбулентних потоках тепла.

Вертикальний температурний градієнт свідчить про направленість потоків тепла у відкритому полі та в системі лісових смуг (табл.2). Навесні, у фазу кущення вівса та

виходу в трубку озимого жита, величина температурного градієнта вказує, що потік тепла направлений до підстилаючої поверхні. У відкритому полі він виражений чіткіше, ніж під захистом лісових смуг. Влітку, навпаки, величина температурного градієнта під захистом лісових смуг була більшою, ніж у відкритому полі, а після прогрівання ґрунту потік тепла набув напрямку від підстилаючої поверхні в приземний шар повітря.

У системі лісових смуг на теплообмінні процеси, очевидно, впливає конвективний фактор, тоді як у відкритому полі сильніше проявляється турбулентний фактор.

При адвекції процес теплообміну пов'язаний зі швидкістю повітряного потоку. Це можна побачити при аналізі коефіцієнта теплобіну (α):

$$\alpha = \frac{0,032 Re^{0,8} \lambda}{L} \text{ Вт/м}^{20}\text{С}, \quad (2)$$

де Re –число Рейнольдса:

$$Re = \frac{UH}{\gamma}$$

U – швидкість повітряного потоку

;

H - товщина шару потоку ;

γ -коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря ;-

λ - коефіцієнт теплопровідності повітря ;

L -довжина поля в напрямку вітру.

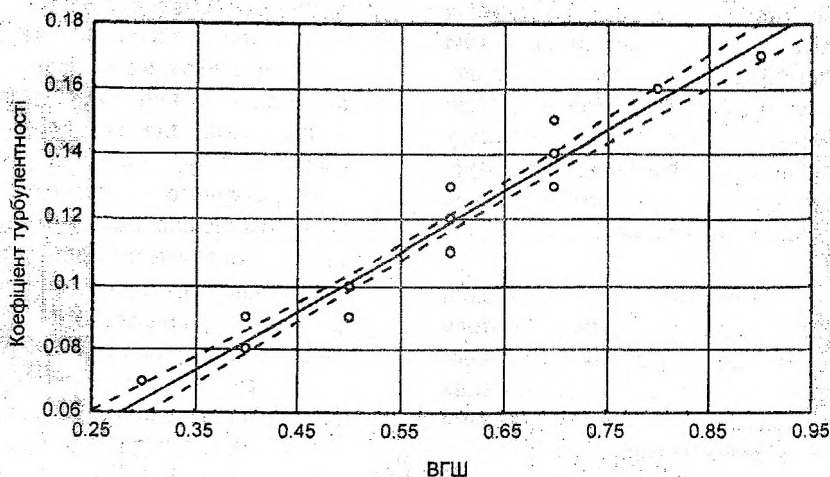


Рис.2. Залежність коефіцієнта турбулентності від вертикального градієнту швидкості вітру ($\gamma = 0,974$).

Помічено, що величина тепловіддачі в системі лісових смуг була значно меншою, ніж у відкритому полі і склала $-0,1... + 9,7 \cdot 10^{-2}$ Вт. У відкритому полі вона була $-19,0... + 12,2 \cdot 10^{-2}$ Вт (табл.3).

У зв'язку з цим, адвективні потоки тепла в лісоаграрному ландшафті складаються таким чином. Якщо величину адвекції тепла

виразити формулою (3), то вона має такий вигляд:

$$Q = 4,19 U_z T_z C_p \rho S_z t, \text{ Дж} \quad (3)$$

де U_z - швидкість вітру на висоті z ;

T_z - температура повітря на висоті z ;

S_z - площа вертикального перерізу у межах висоти z ;

t - період вегетації.

Таблиця 1

Динамічні характеристики повітряного потоку в облісненому полі

Висота лісової смуги, м	12-14.05		14-16.06		15-17.07		18-20.07		19-21-22.10		Висота лісової смуги, м	Віткість
	5	55	59	0.3	0.07	5	63	70	0.4	0.08		
фаза квітіння	10	67	70	0.4	0.08	10	79	82	0.4	0.09		
	20	87	89	0.5	0.09	20	88	91	0.5	0.10		
	30	100	100	0.5	0.10	30	100	100	0.5	0.10		
	5	43	45	0.4	0.08	5	76	76	0.5	0.10		
фаза виходу в трубку	10	69	72	0.7	0.13	10	85	86	0.5	0.10		
	20	89	87	0.7	0.15	20	92	94	0.5	0.10		
	30	100	100	0.9	0.17	30	100	100	0.6	0.11		
	5	64	67	0.6	0.12	5	59	66	0.5	0.10		
фаза наливання	10	82	87	0.7	0.14	10	70	73	0.5	0.10		
	20	97	96	0.8	0.16	20	84	88	0.6	0.12		
	30	100	100	0.8	0.16	30	100	100	0.7	0.13		
	5	64	67	0.6	0.12	5	69	71	0.5	0.10		
фаза наливання-засихання стиглості	10	87	89	0.7	0.14	10	87	89	0.6	0.11		
	20	97	96	0.8	0.16	20	94	96	0.6	0.13		
	30	100	100	0.8	0.16	30	100	100	0.6	0.13		
	5	64	67	0.6	0.12	5	69	71	0.5	0.10		

Н - висота лісової смуги, м

Таблиця 2

Теплові та актурметричні показники по току

Інформація за періодом, 1996 рік			Середнє значення, 1997 рік				
Дата часу опереження	Відстань від піросмути, м	ЕТТ 10/100 м	Турбулентний лінійний, м	Дата часу опереження	Відстань від піросмути, м	ЕТТ 10/100 м	Турбулентний лінійний, м
12 - 1405 фаза кущення	5	-28,9	-16,5	19 - 20 - 22,10 фаза кущення	5	-11,1	9,61
	10	-22,2	-23,4		10	-11,1	12,19
	20	-33,2	-35,9		20	2,2	9,6
	30	-33,3	-39,3		30	0,0	2,9
14 - 1606 фаза виходу в трубку	5	-20,0	-18,1	16 - 1803 фаза виходу в трубку	5	-6,7	7,5
	10	-40,0	-26,0		10	-23,9	-5,48
	20	-11,1	-19,2		20	-24,4	-32,3
	30	-13,3	-17,9		30	-24,4	-35,3
15 - 1707 фаза калосіння	5	11,1	14,8	24 - 25 - 28,06 фаза калосіння	5	-22,2	-17,8
	10	11,1	34,2		10	-20,0	-25,3
	20	6,7	10,6		20	-20,0	-22,1
	30	2,2	1,49	18 - 20,07 фаза монотонно зростає ступінь	30	-17,3	-28,1
					5	-8,9	-22,7
	10				10	-17,9	-18,3
	20				20	-2,2	-1,7
	30				30	2,2	6,0

Н - висота пісової смуги, м

Таблиця 3

Температура в системі ґрунт - повітря

Дата і час спостереження на площі сор або вітсової суміші 1996 р.	Відраць від лісоземки, Н	Коефіцієнт теплообміну, х 10 ³ Вт/В'г.°С	Темп-ра відраць, х 10 ³ Вт	Дата і час спостереження на площі ознобного янги 1997 р.	Відраць від лісоземки, Н	Коефіцієнт теплообміну, х 10 ³ Вт/В'г.°С	Темп-ра відраць, х 10 ³ Вт
12. -1405. фаза кущення	5	3,7	-7,4	19. -20. -22.10. фаза кущення	7,5	3,2	-0,1
	10	4,2	-12,2		10	3,8	0,9
	20	5,4	-14,6		20	4,1	1,2
	30	5,9	-15,3		30	4,6	1,2
14. -1606. фаза виходу в ґрубок	5	2,9	-8,4	16. -1805. фаза виходу в ґрубок	5	4,9	-12,7
	10	4,3	-14,2		10	5,4	-14,0
	20	5,2	-16,1		20	5,8	-16,8
	30	5,6	-19,0		30	6,1	-18,9
15. -1707. фаза колосіння	5	3,1	7,1	24. -25. -28.06. фаза колосіння	5	2,7	-7,0
	10	3,9	9,4		10	3,1	-8,4
	20	4,2	9,7		20	3,6	-10,1
	30	4,4	11,0	12. -20.07. фаза мочочо-вожесної стиглості	5	3,9	-9,8
	10				10	3,0	-11,0
	20				20	3,0	-11,0
	30				30	3,3	-13,2

Н - висота лісової смуги, м

Таблиця 4

Відстані телерадіомачт між станціями зв'язку (в км)	Висота пілової ступи (H, м)	Висота пілової ступи (H, м)	Висота пілової ступи (H, м)	Висота пілової ступи (H, м)	Висота пілової ступи (H, м)
0.5	2.0	19-20	22.10	фазова куцтва	0.5
12.-14.05 фазова куцтва	126	181	245	2.0	135
	216	245	315		161
	251	359			173
14.-16.06 фазова могодуя грубуку	68	95			191
	94	174			39
	149	274			433
	194	334			478
	216	380			527
	58	101			561
15.-17.07 фазова колопіння	105	214			70
	141	274			102
	161	307			225
	166	322			264
	24	47			321
					374
					670
					91
					136
					358
					498
					499
					531
					68
					103

H - висота пілової ступи, м

На облісненому полі в шарі повітря 0,5- 2,0 м зниження турбулентного теплообміну, на що вказує коефіцієнт теплообміну, викликало зменшення адвективних потоків тепла. Тут відбувається акумуляція тепла, що покращує екологічні умови сільськогосподарських культур.

Величину акумуляції тепла або тепловий меліоративний ефект ($Q_{\text{еф}}$) можна виразити такою формулою:

$$Q_{\text{еф}} = Q_{\text{від}} - Q_{0-20}, \text{ кДж}; \quad (4)$$

де $Q_{\text{від}}$ - перенос тепла у відкритому полі; Q_{0-20} - середньозважений перенос тепла в зоні 0-20Н під захистом лісосмуги.

Тепловий меліоративний ефект на полі, захищеному лісосмугою, за вегетацію сільськогосподарських культур склав $24-91 \cdot 10^4$ кДж/м² в шарі повітря 0.5 м і $47-136 \cdot 10^4$ кДж/м² в шарі 2 м. Цей ефект збільшувався у міру наростання поступання тепла протягом вегетації рослин.

Висновки

1. При адвекціях лісові смуги формують значний шар витіснення в приземному шарі повітря, що впливає на зниження швидкості та турбулентності вітру.

2. Зміна динамічних характеристик повітряного потоку на облісненому полі супроводжується зміною градієнтів температури і потоків тепла. У відкритому полі в порівнянні з облісненим відмічене більш

інтенсивне охолодження підстилаючої поверхні.

3. У порівнянні з відкритим полем, віддача тепла підстилаючою поверхнею та адвекції тепла були меншими на облісненому полі.

4. Завдяки акумуляції тепла система лісових смуг покращує екологічні умови сільськогосподарських культур у лісоаграрному ландшафті.

Література

1. Долгилевич М. И., Борисюк Б. В. Массо- и теплообмен в системе полезащитных лесных полос украинского Полесья // Вісн. аграрн. науки. - 1993. - №2 - . С. 34-42.
3. Долгилевич М. И., Дидковская Г. М. Тепловой баланс дерново-глеевой почвы в связи с осушением.// «Пути повышения плодородия почв Нечерноземной зоны УССР». Тезисы докладов

конференции, Харьков. - 1987. - С. 155-156.

3. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов. - М.: Изд-во ВАСХНИЛ. - 1985. - 112 с.

4. Смалько Я. А. Ветрозащитные особенности лесных полос разных конструкций. - К.: Госсельхозиздат УССР. - 1963. - 191 с.