

Експериментальні дослідження сушіння льоносоломи у рулонах

У статті наведено результати експериментальних досліджень сушіння льоносоломи у рулонах з моделюванням способів підведення теплоносія (атмосферного повітря) та змінних температурних режимів.

сушіння, сушильний агент, рулон, режими сушіння, коливний процес

Технологія первинної переробки льоносоломи передбачає отримання льонотрести двома способами: у полі в стрічці, шляхом росяного мочіння, та штучним способом – при замочуванні в спеціальному розчині. Останній спосіб набуває більшого поширення, оскільки скорочує терміни отримання трести, усуває вплив погодних факторів, зменшує втрати сировини та забезпечує її високу якість [1]. Льонозаводи не здатні переробити весь об'єм сировини за короткі терміни. Виникає необхідність в зберіганні льоносоломи протягом декількох місяців. Тривале зберігання льоносоломи можливе лише за вологості не вище 19%, але під час збирання вона може сягати 50-60%. Для досягнення кондиційної вологості матеріалу використовують сушарки. Оскільки широкого поширення набула рулонна технологія збирання льоносировини, з'являється необхідність в сушінні матеріалу у рулонах. Відомі способи сушіння матеріалу у рулонах є енергоємними і не забезпечують достатньої рівномірності сушіння. Саме тому, необхідно встановити раціональний спосіб та вибрати необхідні режими сушіння.

Дослідженню сушіння льоносоломи та льонотрести в товстому шарі присвячені роботи ряду науковців [2-8]. Однак сушіння рослинного матеріалу в рулонах, з врахуванням його розподілу по об'єму паковки та вплив цього розподілу на ефективність сушіння при різних способах підведення теплоносія (атмосферного повітря) і режимів сушіння досліджено недостатньо.

Метою дослідження було встановити найбільш оптимальний спосіб підведення теплоносія (атмосферного повітря) та режим сушіння рулону з врахуванням особливостей зміни щільності шарів матеріалу за діаметром та висотою паковки.

Дослідження сушіння льоносоломи у рулонах було проведено на дослідній установці (рис.1), яка складається з вентилятора, калорифера, гнучкого з'єднання, ковпака у формі зрізаного конуса та циліндричної сушильної камери, що утворена рухомою і нерухомою півсекціями.

Для сушіння рулони завантажували напрямними доріжками в сушильну камеру. Для підведення теплоносія (далі АС агент сушіння) вмикали вентилятор та калорифер, а для підведення атмосферного повітря (далі АП) – вентилятор. При односторонньому підведенні АС та АП до рулону, він знаходився в статичному положенні у сушильній камері, а для забезпечення реверсивного підведення АС та АП змінювали положення рулону на 180.



Рисунок 1 – Дослідна установка для сушіння рослинних матеріалів у рулонах

Визначення зміни вологості матеріалу в процесі сушіння відбувалося шляхом відбирання проб матеріалу з рулону за схемою показаною на рис.2 (точки на схемі – місця відбирання проб). Основні початкові параметри рулонів: висота $l=1,17\pm 1,2$ м; діаметр $D=1,18\pm 1,2$ м; маса $m=150$ кг; середня щільність $\rho=110$ кг/м³.

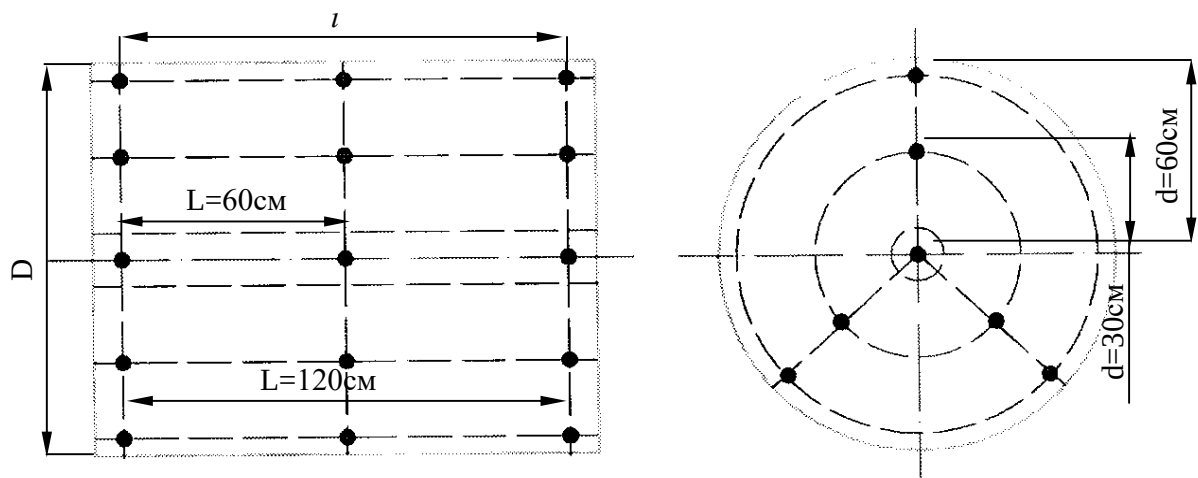


Рисунок 2 – Схема точок відбирання проб матеріалу з рулону

Прийmemo, що центральний шар рулону $d=0$ см; середній $d=30$ см; периферійний $d=60$ см (d – відстань від центра рулону до відповідного шару матеріалу з якого бралася проба). За висотою рулону проби бралися зі сторони підведення АС (АП) $L=0$ см; всередині рулону $L=60$ см; з сторони протилежної сторони підведення $L=120$ см. При реверсивному підведенні сторони рулону позначалися А та В і проби бралися аналогічно.

Процес сушіння проводився за умов: температура АС $t=40^{\circ}\text{C}$, температура АП $t=20-22^{\circ}\text{C}$, швидкість АС (АП) $V=3,6$ м/с.

Сушіння рулонів льоносоломи проводилося з застосуванням одностороннього і реверсивного підведення АС та АП, а також з використанням коливних температурних

режимів (нагрівання АС – охолодження АП). Досліджувався також вплив зміни частоти циклів “нагрівання-охолодження” на ефективність сушіння.

Сушіння рулонів було проведено за чотирма варіантами. В першому варіанті (рис.3) сушіння відбувалося при односторонньому підведенні АС. При такому способі підведення АС спостерігається нерівномірність сушіння матеріалу як за висотою так і за діаметром паковки. На початку сушіння відбувається збільшення вологості рулону зі сторони протилежної до сторони підведення АС. Це пояснюється зволоженням матеріалу при проходженні через нього АС із підвищеною вологістю. Нерівномірність сушіння за діаметром рулону виникає внаслідок того, що центральні шари рулону більш щільні в порівнянні з периферійними, а, відповідно, вони вентилуються з меншою інтенсивністю.

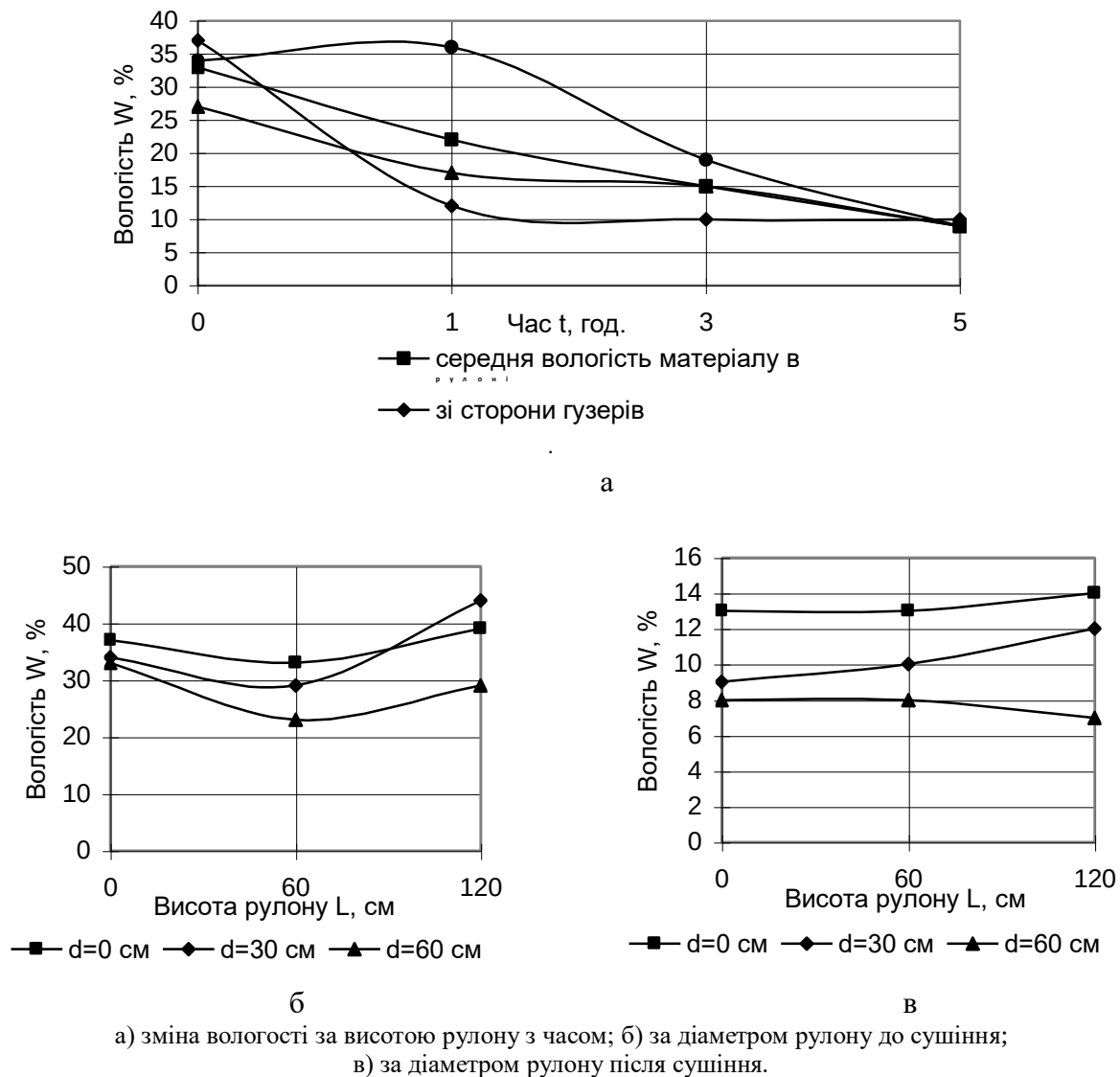
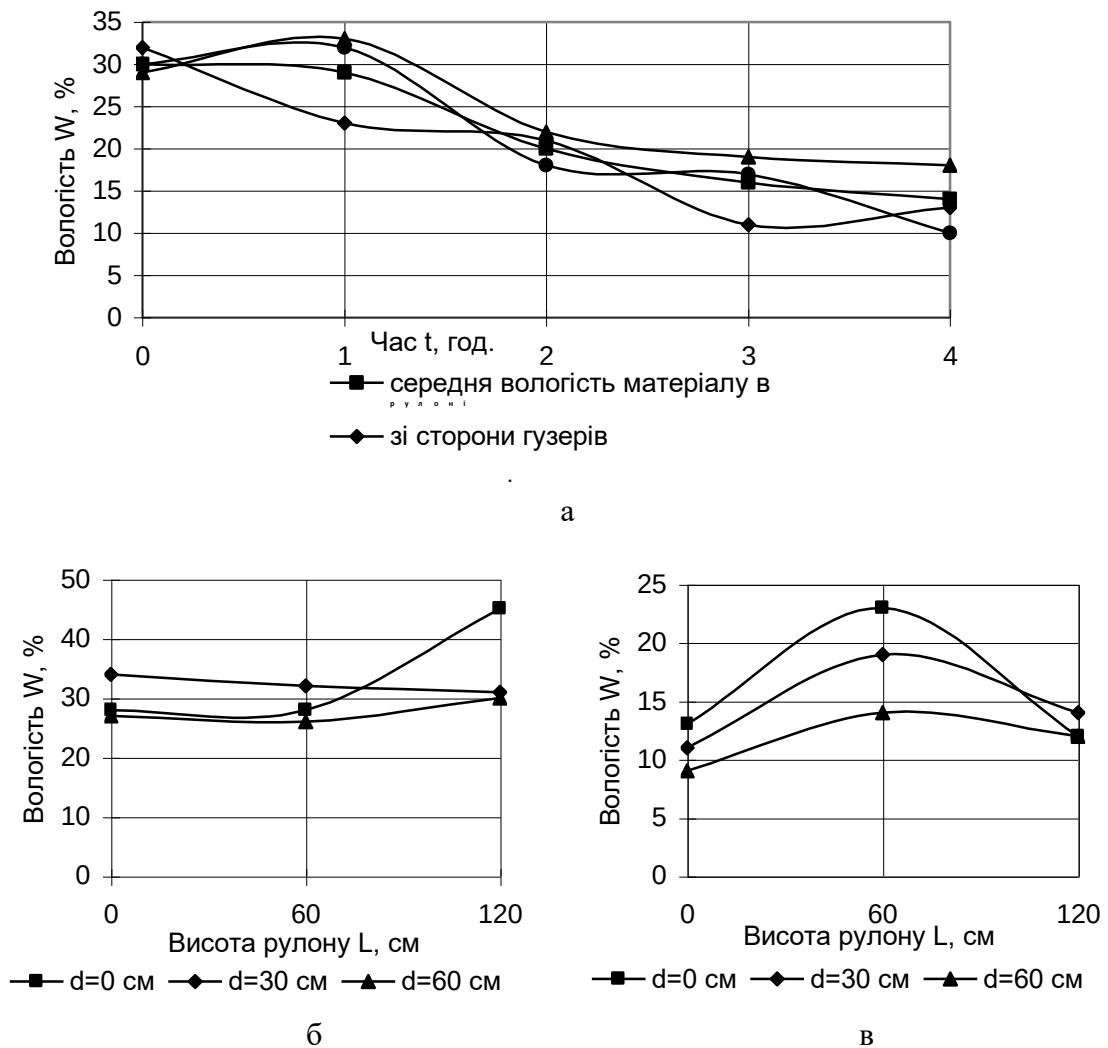


Рисунок 3 – Зміна вологості матеріалу

В другому варіанті (рис. 4) застосовували реверсивне підведення АС з періодом в одну годину. При такому способі підведення теплоносія максимальне зволоження матеріалу відбувається всередині рулону. Різниця між максимальними значеннями вологості всередині рулону і мінімальними по торцях рулону менша, ніж при односторонньому підведенні. При кожному такті підведення АС (з однієї сторони) розподіл вологи за висотою паковки є аналогічним розподілу при односторонньому

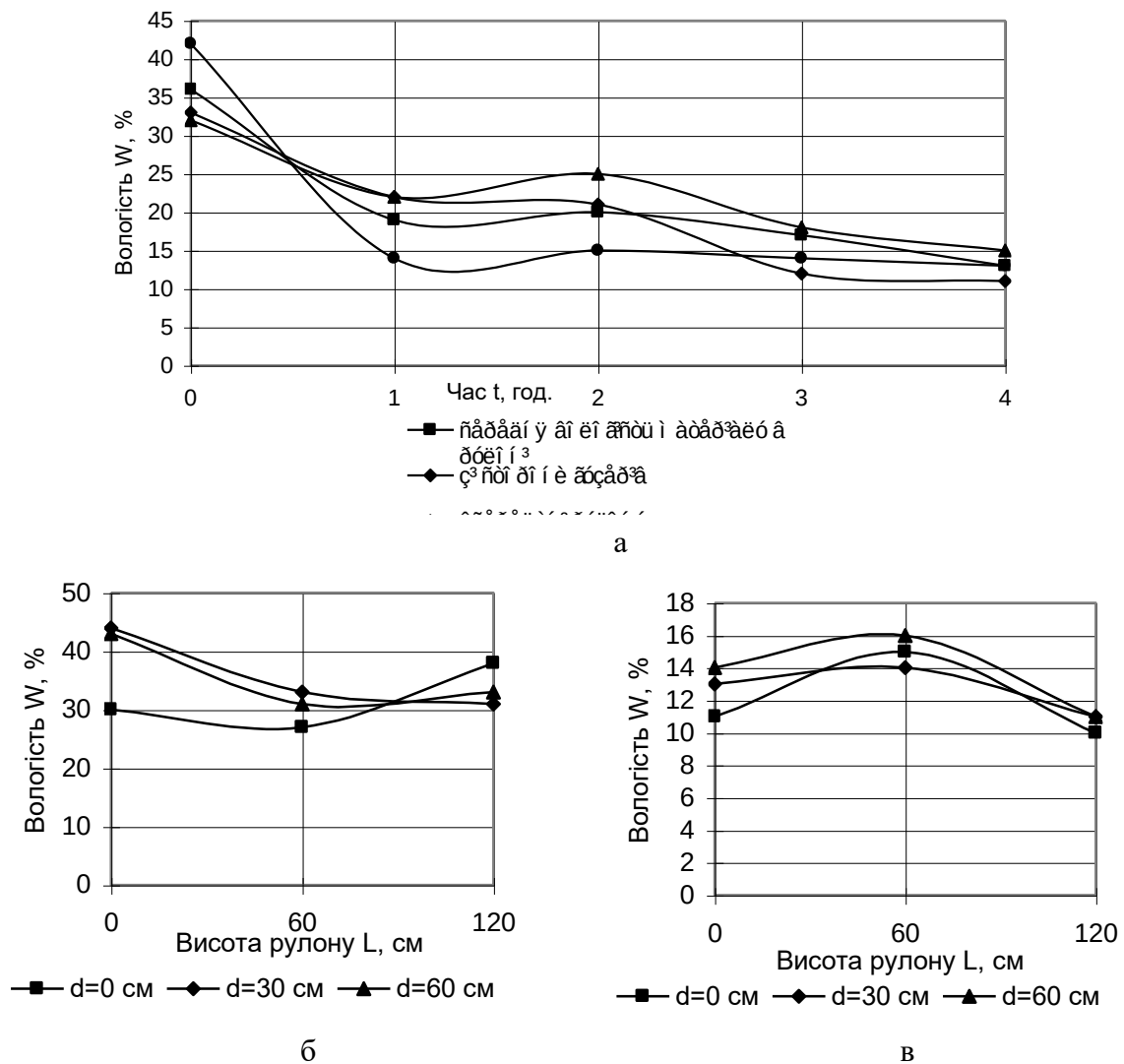
підведенні. Мінімальне значення зі сторони підведення, а максимальне – з протилежної сторони, з тієї сторони, до якої в наступному такті буде підводиться АС з початковими параметрами. Такий режим сушіння призводить до більш рівномірного просушування матеріалу за висотою паковки, тобто усуваються недоліки, які проявилися у першому варіанті. Нерівномірність сушіння за діаметром рулону зберігається.



а) зміна вологості за висотою рулону з часом; б) за діаметром рулону до сушіння;
в) за діаметром рулону після сушіння.

Рисунок 4 – Зміна вологості матеріалу

В третьому (рис.5) та четвертому (рис.6) варіантах застосовувалося реверсивне почергове підведення АС та АП. В третьому варіанті тривалість циклу “нагрівання-охолодження” з однієї сторони дві години, в четвертому – одна година, в кожному циклі періоди “нагрівання” та “охолодження” рівновеликі. Реверсивне сушіння з почерговим підведенням АС та АП реалізовувалося за наступною схемою: підведення зі сторони А – цикл “нагрівання-охолодження”, далі підведення зі сторони В – цикл “нагрівання-охолодження” і т.д.



а) зміна вологості за висотою рулону з часом; б) за діаметром рулону до сушіння; в) за діаметром рулону після сушіння.

Рисунок 5 – Зміна вологості матеріалу

З результатів дослідів можна зробити висновок, що при застосуванні коливних температурних режимів під час періоду “охладження” відбувається перерозподіл вологи за об’ємом рулону між шарами матеріалу. Це пояснюється тим, що пересушений матеріал під час проходження через нього атмосферного повітря зволожується, а атмосферне повітря нагрівається і збільшує свій сушильний потенціал. Далі, проходячи через більш вологі шари матеріалу, зволожуючись підсушує їх. В цілому застосування коливних температурних режимів веде до більш рівномірного просушування матеріалу за об’ємом паковки та дає значну економію енергоресурсів.

Під час застосування коливних температурних режимів велике значення має частота циклів “нагрівання-охладження”. Як показують дослідження період “нагрівання” має бути достатнім для прогріву матеріалу на певну висоту рулону. Лише в цьому випадку можна досягнути позитивний ефект. Велика частота циклів призводить до зростання енерговитрат пов’язаних з необхідністю розігріву обладнання та реверсування рулону.

Позитивний ефект, що полягає у економії енергоносіїв при використанні коливних температурних режимів є незаперечним (рис.7). За один і той самий відрізок часу вологість матеріалу знижується однаково як при підведенні лише АС

(варіанти 1, 2), так і при підведенні почергово АС та АП (варіанти 3, 4), а енерговитрати при цьому менші і досягається рівномірне просушування матеріалу.

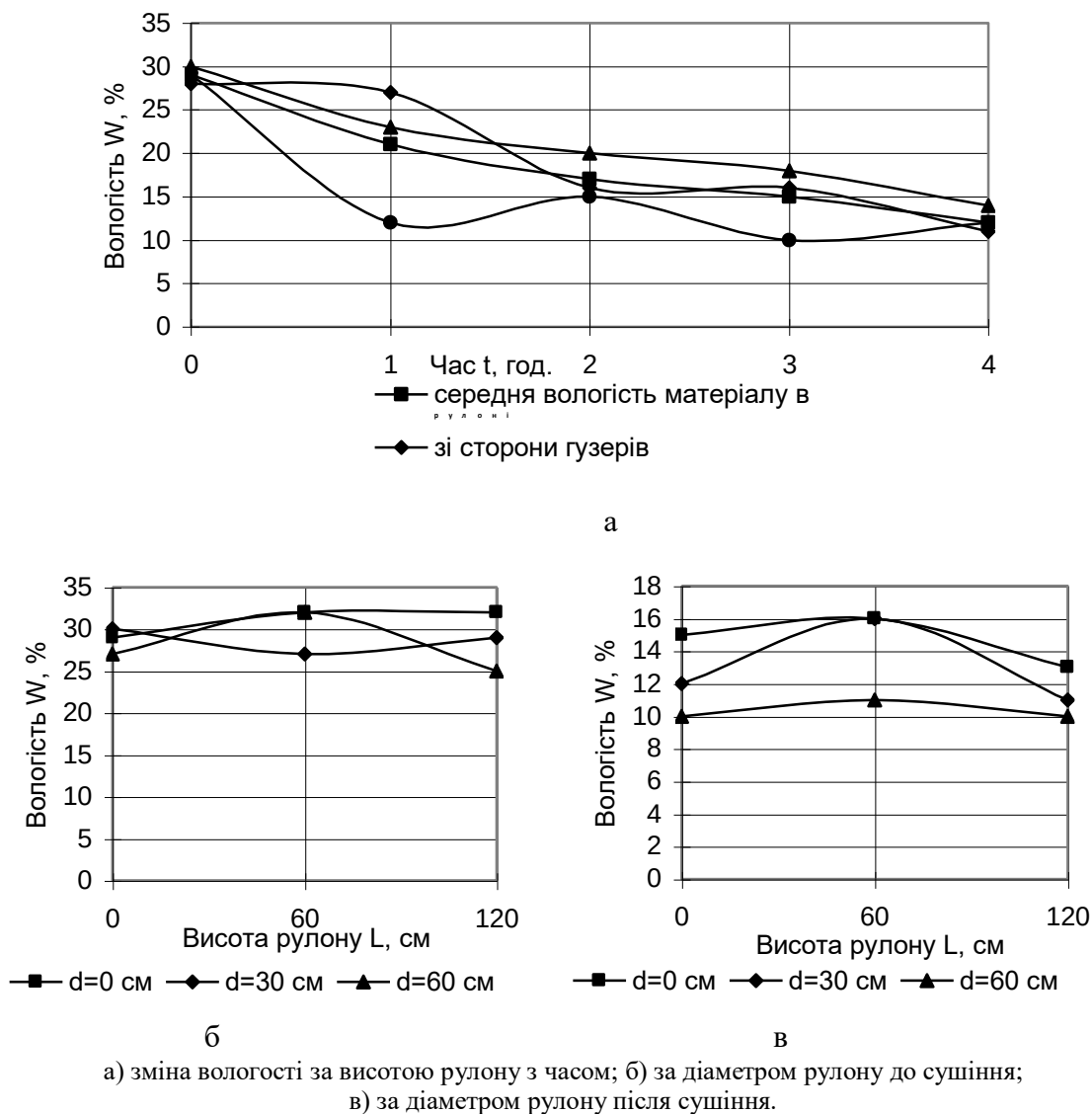


Рисунок 6 – Зміна вологості матеріалу

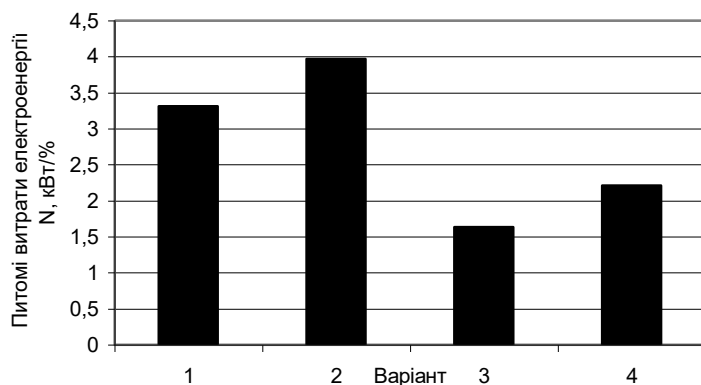


Рисунок 7 – Питомі витрати електроенергії на сушіння

За результатами дослідів встановлено, що режими сушіння, які передбачають використання лише АС є менш ефективними в порівнянні з коливними температурними режимами. Періодичне охолодження матеріалу забезпечує більш рівномірне сушіння за об'ємом рулону. В свою чергу, реверсивне підведення АС (АП) забезпечує більш рівномірне сушіння у порівнянні з одностороннім.

Список літератури

1. Діденко М.К., Дорошенко В.П. Виробництво льону-довгунця. К.: Урожай, 1974, - 80с.
2. Дідух В.Ф. Підвищення ефективності сушіння сільськогосподарських рослинних матеріалів. Монографія. – Луцьк: ЛДТУ, 2002. – 165с.
3. Петрушевичус В.И. Основы сушки сельскохозяйственных продуктов методом активного вентилирования. Автореф. дис. на соиск. учен. степени д-ра техн. наук (05.20.01). Елгава, 1975, 41с.
4. Йонушас З.А. Исследование технологии досушивания льносоломы в толстом неподвижном слое подогретым воздухом. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук (05.20.01). Елгава, 1977, 16с.
5. Федік Л.Ю. Вдосконалення технологічного процесу сушіння рулонів льонотрести: Дис...канд. тех. наук: 05.20.01. – Луцьк, 1999. – 177 с.
6. Зеленко В.И. Конвективная сушка сельскохозяйственных материалов в плотном слое. Основы теории. – Тверское областное книжно-журнальное издательство, 1998. – 96с.
7. Тарлецкий А.Г. Преимущества сушки сырья в рулонах //Лен и конопля.– 1986.- №5.– С.22-23.
8. Гудялис П.К., Любарский В.М., Йонушас З.А. Особенности сушки льна в Литовской ССР // Селекция, семеноводство и технология возделывания лубяных культур (Сборник научных трудов) // Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. – М.: Агропромиздат, 1985. – С.130-135.

В статті представлені результати експериментальних досліджень сушки льносоломи в рулонах з моделюванням способів підвода теплоносія (атмосферного повітря) і змінних температурних режимів.

The experimental researches of flax straw drying in rolls using different ways of heat-carrier connection and orders (procedures) of drying are described in the article.

Одержано 30.09.05