

УДК 664.72.047, 54:005.591.6

PRODUCTION RESEARCH OF US-MADE CHAMBER GRAIN DRYERS

I. Gaponjuk*National University of Food Technologies*

Key words:moisture exchange,
heat exchange,
aerodynamic drag,
dryer

Article history:

Received 08.11.2021

Received in revised form
22.11.2021

Accepted 29.11.2021

Corresponding author:

zenidtar@gmail.com

ABSTRACT

The results of research of American grain dryers of chamber type 40FIDPX16G328200 in production conditions are given. Features of a design, technology, heat-aerodynamics and heat recovery of these grain dryers are established. The moisture kinetics of wet grain in the dryer at different parameters of environmental gases and constructive ways to reduce energy losses of working gases has been studied. The differences in the design of modern modular grain dryers in the United States from European counterparts are shown. The use of temperature and moisture equalization zones of grain in the dryer chamber to reduce heat consumption is substantiated. The analysis of features of burners of the American grain dryers and fans, aerodynamic and energy consuming advantages and lacks of their location in the dryer is executed. The advantages of US dryers include lower energy losses of the working gases and aerodynamic differences from European counterparts. The application of a new method of control of intracapillary resistance to moisture diffusion in grain and non-uniformity of moisture and grain temperature is indicated. The influence of the variable pressure gradient of the working gases of the drying and cooling chambers of the dryer on the interphase heat and mass transfer is investigated. In the production conditions, the analysis of the actual productivity of the dryer was performed and deviations from the passport were established. The main reasons for the lower heat capacity of the burners may be the difference in the heatgenerating capacity of Ukrainian natural gas, operational errors and errors in the complete set of the dryer. A similar analysis was performed from the aerodynamic parameters of the dryer fans. Under different drying regimes and different initial moisture content of corn for technical purposes, the deviation of the actual from the passport productivity of the dryer can be from 28 to 43%. The reasons for these differences in performance and ways to eliminate the shortcomings of the technology and heataerodynamics of dryers are theoretically substantiated.

DOI: 10.24263/2225-2916-2021-30-11

ВИРОБНИЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ КАМЕРНИХ АПАРАТІВ СУШІННЯ ЗЕРНА, ВИГОТОВЛЕНИХ У США

І. І. Гапонюк, д-р техн. наук

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати виробничих досліджень американських апаратів сушіння зерна камерного типу моделі 40FIDPX16G328200 в літньо-осінній період. У виробничих умовах встановлено техніко-технологічні особливості цих апаратів та відмінності їх істинних показників від паспортних. Відмічено інноваційні відмінності конструкції вказаних апаратів від європейських аналогів. Досліджено кінетику вологи вологого зерна в сушарці за різних параметрів газів довкілля та конструктивних способів зменшення втрат енергії течії робочих газів. Виконано аналіз особливостей пальників американських апаратів сушіння та вентиляторів, визначено аеродинамічні та енерговитратні переваги й недоліки місць їх розташування.

Ключові слова: вологообмін, теплообмін, аеродинамічний опір, апарат сушіння зерна.

Постановка проблеми. З огляду на стрімке зростання чисельності зерносушильних агрегатів провідних іноземних виробників у використанні вітчизняними зернозаготівельними підприємствами та неоднозначні, а інколи й суперечливі відгуки про них, було виконано дослідження у виробничих умовах чотирьох американських (США) зерносушарок модельного ряду 40FIDPX16G328200 (зерносушарка). За своєю конструкцією апарати сушіння зерна відносяться до камерних, однак у практиці їх часто ще називають модульними, що меншою мірою відповідає суті їх конструкції [7; 9—12].

Приводом для дослідження цих сушарок стали неузгодженості між паспортними та фактичними показниками їх роботи за продуктивністю і питомими тепловитратами, що мали місце у виробничій практиці, а також низка зауважень щодо сушарок інших провідних європейських виробників.

Викладені матеріали ґрунтуються на дослідженнях апаратів сушіння зерна у виробничих умовах [1], застосуванні авторських і загальноприйнятих методів розрахунків та використанні, відповідних темі досліджень, теплофізичних й аеродинамічних закономірностей стану і взаємодії фазових середовищ [2; 4; 8].

Автори висловлюють щире подяку провідним менеджерам агрохолдингу ТОВ «АКРІС АГРО» та адміністрації елеватора цього холдингу за надану можливість й сприяння дослідницьким роботам.

Мета статті: встановити сутність фізико-технологічних особливостей провідних іноземних сушарок камерного типу та визначити можливості їх покращення.

Об'єкт дослідження: технологія, режими, теплоаеродинаміка та конструкція камерних зерносушарок модельного ряду 40FIDPX16G328200.

Предмет досліджень: тепломасообмін, кінетика сушіння, параметри довкілля та шару зерна, повітродувні машини та пальники, питомі витрати теплоти й якості зерна, пожежобезпека та екологічна безпека.

Матеріали і методи. Параметри фазових середовищ та умов зневоднення прийнято наближено до виробничих за товщиною шару зерна $h = 0,30$ і $0,31$ м, відносна вологість відпрацьованих робочих газів $\varphi_2 = (75 - 100)\%$, абсолютний вологовміст

$d_1 = (26 - 31)$ г/кг_{с.п.}, їх фіктивна швидкість $v_{\phi} = 0,25$ м/с, живий перетин теплообмінної поверхні 26,6% та 23,5% верхньої і нижньої частини відповідно, зерно кукурудзи вологістю $W_0 = (19,5 - 28,3)\%$, температура газів довкілля t_0 від +9 до -2°C та робочих $t_1 = (100 - 110)$ °C.

Нижче ми пропонуємо ознайомитися із результатами деяких наших досліджень у виробничих умовах

Результати дослідження. Для отримання відповідей на поставлені вище питання розглянемо детальніше конструктивні, технологічні, теплофізичні, аеродинамічні й кінематичні особливості камерних апаратів сушіння зерна модельного ряду 40FI DPX16 G328200 (сушарка).

Вказані апарати є модифікованою версією аналогів моделі DPX12 T288200. Зміст модернізації полягає в збільшенні висоти на 1,2 м лише сушильної камери аналога.

Принципову конструктивно-технологічну схему апарата сушіння зерна подано на рис. 1, а загальний його вигляд на рис. 2.

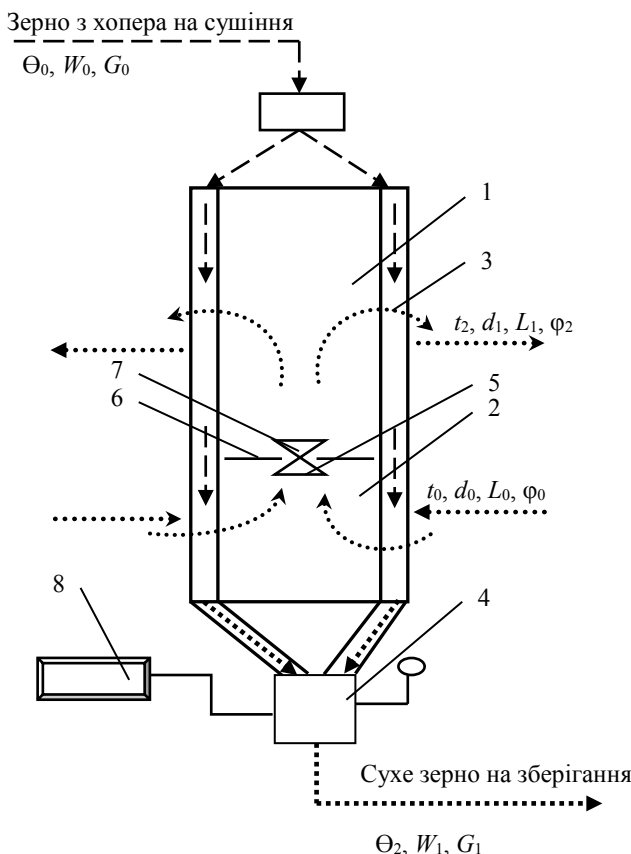


Рис. 1. Технологічна схема апарата: 1 — сушильна та 2 — охолоджуюча камера; 3 — шар рухомого зерна; 4 — вивантажуючий пристрій сухого зерна; 5 — вентилятор; 6 — перегородка між обома камерами; 7 — пальник; 8 — система АУТП

Конструктивні особливості (рис. 1): апарат сушіння складається із власне самих тепловологообмінних камер 1 і 2, надсушильного та підсушильного транспортерів, відповідно, з подачі вологого зерна в апарат та вивантаження із нього сухого, механічного пристрою об'ємного вивантаження сухого зерна 4, чотирьох вісьових вентиляторів 5, облаштованих між сушильною та охолоджувальною камерами апарата сушіння зерна вздовж камери, чотирьох пальників газоподібного палива 7, розміщених на виході повітряної течії із кожного вентилятора в сушильну камеру, системи автоматичного підтримання заданих режимів сушіння та запобігання нестандартних ситуацій 8, датчиків наявності зерна над сушильною камерою, температури сушильних газів і зерна, повноти спалювання теплоносіїв, конструктивних елементів кріплення апарата сушіння зерна й технологічного його обслуговування, залізобетонного стаціонарного фундаменту й комунікаційної обв'язки, в т.ч. з подачі природного газу середнього тиску пальникам металевими трубопроводами із системами управління продуктивністю подачі палива й пожежозапобіжними системами.



Рис. 2. Загальний вигляд зерносушарки 40FI DPX16

Об'ємний вміст технологічного зерна в міжкамерному просторі апарата сушіння залежить від лінійних розмірів камер, тому підвищення продуктивності апарата сушіння виробник досягає більшими габаритами тепловологообмінних камер, як підтверджує приклад модернізованої версії. Збільшення висоти сушильної камери на 1,2 м ($+\Delta h = 11\%$) мало б забезпечити, за паспортом сушарки, підвищення продуктивності на 10 пл. т/год ($+\Delta G = 14\%$) при сушінні зерна кукурудзи з 20 до 15% вологості. Однак очікуваного підвищення продуктивності у виробничих умовах експлуатації апарата сушіння не отримано. Нижче, за результатами аналізу виробничих показників функціонування апарата сушіння та виконаних розрахунків, спробуємо розібратися в причинах цього та обґрунтувати рішення щодо їх усунення. Для цього виконаємо покроковий аналіз особливостей вказаного апарата сушіння та його технологічних й теплоаеродинамічних показників.

Площа поверхні камер апарата сушіння: сушильної 231 м² та охолоджувальної 72 м². Співвідношення зон дещо критичне для заданого охолодження висushеного зерна, особливо таких культур, як кукурудза та соя. Тому за тепловим балансом

найгірших умов роботи апарата доцільно було б збільшити розміри камери охолодження до 35% від загальної [3; 6].

Для управління часткою рекуперованої теплоти та аеродинамічним опором течії робочих газів в апараті сушіння передбачено притічні вікна, рівномірно розміщені по обидва боки камери охолодження. Площа притічних вікон з управління охолодження зерна становить $2,4 \text{ м}^2$. Притічні вікна є характерною і важливою особливістю конструкції цієї моделі апарата сушіння, яка дає змогу суттєво впливати як на кінетику, так і на теплоенергетику сушіння.

Товщина шару зерна в міжкамерному просторі коливається від 0,310 м в зоні охолодження до 0,300 м — у сушильній. Якщо порівняти з європейськими аналогами, різниця в товщині шару зерна різних камер, на нашу думку, пов'язана з різним аеродинамічним опором вологого (більший) і сухого (менший) зерна. Це на половину більше від товщини шару в більшості вітчизняних моделей сушарок [1; 8—12].

Для уникнення пароконденсації на поверхні периферійного шару зерна та ситової поверхні сушарки доцільно було б застосувати диференційовані або ступеневі режими сушіння у вертикальній площині сушильної камери [1; 5; 6; 8] чи застосувати технологічні способи управління різницею парціальних тисків пари фазових середовищ [5] або траєкторією (перемішування) і характером руху шару зерна (неперервний чи дискретний) [8], чи навіть збільшенням вологопоглинальної спроможності робочих газів.

Ще одним позитивним конструктивним рішенням апарата сушіння цієї моделі є наявність перегічних каналів у верхній частині сушильної камери для перемішування зерна різної температури й вологості зовнішньої та внутрішньої поверхонь. Подібні рішення раніше вже були успішно реалізовані в апаратах сушіння модульного типу нових модифікацій [9; 11].

Теплоносії. Для нагрівання сушильних газів апарата сушіння використовують вітчизняний природний газ тиском у мережі $0,8\text{—}1,0 \text{ кг/см}^2$ ($78,5\text{—}98,1 \text{ кПа}$).

Технологічні особливості апарата сушіння аналізованої моделі. Апарат сушіння зерна конвективний, прямотечійний, двокамерний, із рекуперацією теплоти шару зерна зони охолодження. Спосіб підведення робочих газів — комбінований:

- сушильної зони — під нагнітанням;
- охолоджувальної — під розрідженням.

Такі технологічні особливості є відомими й раніше колись досить широко застосовувалися у вітчизняних шахтних рециркуляційних апаратах сушіння [8]. Спосіб переміщення шару зерна в камерах апарата сушіння зерна — гравітаційний. Стан рухомості шару зерна — неперервний малорухомий.

Для зменшення внутрішньо-капілярного опору дифузії вологи в тілі зернини перерозподілом вологи і температури в її шарах, частину ситової поверхню сушильної камери висотою 0,8 м (8,6% висоти камери) замінено металевим екраном для запобігання підведенню сушильних газів. На продуктивність апарата сушіння таке зменшення активної поверхні не відобразиться, однак на якості сушіння (усунення травмування термолабільних складових периферії тіла зернини) та зменшенні питомих витрат теплоти однозначно [5].

Продуктивність апарата сушіння чи не найголовніший показник, що залежить від ряду чинників [6; 8; 9]. Ці та інші чинники впливу на продуктивність сушіння враховані в особливостях конструкції апарата сушіння і регламентуються (гарантуються) їх виробником у технічному паспорті виробу.

У нашому випадку, продуктивність апарата сушіння по зерну кукурудзи за паспортом становить $G_n = 83,5$ ф. т/г, або $G_n = 129$ пл. т/г. Однак фактична, за виробничими показниками, становила лише $G_f = 47$ ф. т/г, або в перерахунку фізичних тонн у планові, згідно з Інструкцією [2], $G_f = 73$ пл. т/г. Це на 56 пл. т/г, або на 43% менше за паспортну. Причини цього ми встановимо в тепло-аеродинамічному розділі. Тут лише зауважимо на відмінності закордонних і вітчизняних розрахунків планової тони. Якщо в закордонних технічних паспортах зазначають паспортну продуктивність апаратів сушіння зі зняття вологи за годину на 5 ($\Delta W = 20 - 15 = 5\%$) чи 10% ($\Delta W = 25 - 15 = 10\%$) по кожній культурі, то у вітчизняних — на 6% ($\Delta W = 20 - 14 = 6\%$), з поправкою на цільове використання та хімічно-геометричні особливості зерна. Тому вітчизняна планова тонна може бути як «важчою» (частіше всього), так і «легшою» (рідше) за зарубіжну.

Для розуміння причин суттєвої відмінності паспортної продуктивності від фактичної в табл. 1 викладено розрахункові значення продуктивності апарата, отримані за складовими параметрами його обладнання.

Як видно із наведених в табл. 1 даних, ні за тепловою потужністю пальників (п. 2.4 табл. 1), ні за аеродинамічними параметрами повітрорудних машин (п. 2.5 табл. 1), ні навіть за збільшеної різниці парціальних тисків фазових середовищ ($t_1 = 110^\circ\text{C}$) паспортну продуктивність такий апарат сушіння зерна забезпечити не може.

Таблиця 1. Зведені показники продуктивності апаратів сушіння по зерну кукурудзи

№ п/п	Зміст показників	Од. вим	Температура робочих газів		
			Літо	Зима	
			$t_1 = 110^\circ\text{C}$	$t_1 = 100^\circ\text{C}$	$t_1 = 110^\circ\text{C}$
1	2	3	4	5	6
1	Продуктивність сушарки. DPX14G328200, паспортна	ф. т/г пл. т/г	43,97 104	$(\Delta W = 25 - 15\%)$ $(\Delta W = 25 - 15\%)$	
2	Продуктивність сушарки DPX16G328200, паспортна	ф. т/г пл. т/г	50,1 119	$(\Delta W = 25 - 15\%)$ $(\Delta W = 25 - 15\%)$	
2.1	фактична	ф. т/г пл. т/г	29 69	$(\Delta W = 25 - 14\%)$ $(\Delta W = 25 - 14\%)$	
2.2	розрахункова по пальниках/паспортні дані	пл. т/г	74	80	85
2.3	розрахункова по пальниках/розрахункові дані	пл. т/г	90	100	105
2.4	розрахункова по вентилятору/паспортні дані	пл. т/г	56	67	85
2.5	розрахункова по вентилятору/сторонні заміри	пл. т/г	104	120	150

Принагідно відмітимо, що подібні неточності технічних показників характерні для багатьох інших моделей апаратів сушіння. Так, для апаратів тієї ж серії DPX12T288200 встановлено, що за паспортної продуктивності 44 ф. т/г ($t_1 = 100^\circ\text{C}$) розрахункова потреба в сушильних газах становить 160 тис. $\text{м}^3/\text{г}$, а за паспортними даними — лише 140 тис. $\text{м}^3/\text{г}$.

Наведені в табл. 2 і на рис. 3 дані наглядно підтверджують розбіжність показника продуктивності за різних одиниць виміру. Зі зростанням енергії зв'язку вологи з тілом зернини, відповідно, зменшується й продуктивність апарата в планових тонах (залежність a , рис. 3). Однак у фізичних тонах (залежність b , рис. 3) вона зростає.

Вплив енергії зв'язку вологи зі зневоджуваним тілом на продуктивність дослідженого апарата сушіння підприємства можемо спостерігати з виробничих даних, поданих в табл. 2 та на рис. 3. Продуктивність цього апарата в планових тоннах (колонка 5 табл. 2) перерахована згідно з Інструкцією [2].

Таблиця 2. Фактична продуктивність апарата сушіння за різної вологості зерна кукурудзи (різної енергії зв'язку вологи з тілом зернини)

Періоди роботи	W_0	W_1	G , т/г	G , пл. т/год
1	2	3	4	5
1	27,0	14,3	41,0	110,0
2	28,3	14,0	31,7	85,0
3	26,6	14,1	26,3	70,4
4	26,0	14,2	30,6	82,1
5	26,5	14,1	27,3	73,1
6	25,9	13,9	28,9	72,5
7	28,0	14,0	27,6	79,9
8	26,2	14,2	28,8	72,2
9	25,7	15,2	35,4	81,8
10	26,4	14,1	28,4	76,6
11	26,0	14,0	31,1	78,2
12	25,7	14,0	29,9	74,6
13	19,0	14,0	45,7	64,8
14	20,0	14,0	47,9	73,8

Залежність продуктивності сушарки від початкової вологості зерна,
 W_0 , %

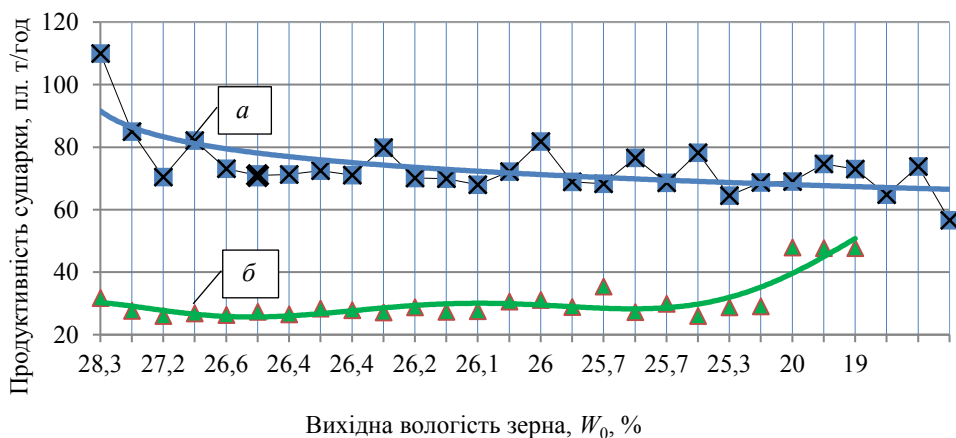


Рис. 3. Залежність продуктивності апарата сушіння від вихідної вологості зерна:
а — у планових тоннах за годину; б — у фізичних тоннах за годину

Результати виробничих досліджень з впливу параметрів довкілля, режимів сушіння та діапазону зневоднення зерна на продуктивність сушарок (інтенсивність міжфазового тепломасообміну) представлені в табл. 3. Для зручності сприйняття матеріалу вибрано дві з чотирьох сушарок підприємства однієї моделі, що за однакових умов роботи мають більш відмінні показники роботи. Наведені в табл. 3 залежності доводять, що з пониженням температури довкілля продуктивність сушарки може не

лише не зменшуватися, а й зростати за рахунок зменшення вологовмісту газів до-
вкілля й відповідного зростання потенціалу робочих газів. У нашому випадку, зі зни-
женням температури довкілля на $\Delta t = 11^\circ\text{C}$ вологовміст газів довкілля зменшується
на $\Delta d = 7 \text{ г/кг}_{\text{с.п.}}$. Таким чином, для заданого діапазону перемінних вологовмісту і
температури фазових середовищ на рушійний потенціал міжфазового вологообміну
більш значимою є різниця вологи фазових середовищ, а не різниця температури цих
середовищ.

Таблиця 3. Технологічні показники апаратів сушіння за різних параметрів довкілля

Заміри	Апарат сушіння зерна 2							Апарат сушіння зерна 4							+/-, %
	t_0 , $^\circ\text{C}$	W_0 , %	W_1 , %	t_1 , $^\circ\text{C}$	θ_1 , $^\circ\text{C}$	G , т/Г	G , пл. т/Г	t_0 , $^\circ\text{C}$	W_0 , %	W_1 , %	t_1 , $^\circ\text{C}$	θ_1 , $^\circ\text{C}$	G , т/Г	G , пл. т/Г	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	9	21,6	14,2	96	75	31	53	9	21,6	14,2	103	75	28	47	11
2	8		14,4	95	74	30	50	8		14,4	105	73	29	49	3
3	7		13,8	98	72	28	50	7		13,8	102	72	28	47	5
4	6		14,5	92	76	32	51	6		14,5	103	77	33	56	-8
5	6		14,3	77	69	29	53	6		14,3	97	74	32	54	-3
6	4		14,5	86	68	29	51	4		14,5	91	73	32	54	-5
7	3	21,9	14,6	80	68	30	53	3	21,9	14,6	94	73	32	54	-3
8	4		14,6	80	67	29	51	4		14,6	93	73	32	54	-6
9	4		14,4	78	67	29	52	4		14,4	94	74	32	54	-4
10	-1,5	22,6	13,3	108	77	29	57	-1,5	22,6	13,3	113	78	27	46	25
11	-1,5		13,5	109	77	29	57	-1,5		13,5	112	78	28	47	21
12	-2		14,3	107	77	29	54	-2		14,3	113	77	28	47	15
13	-2		14,4	108	77	30	56	-2		14,4	113	77	29	49	14
14	-2		13,9	110	76	30	59	-2		13,9	113	77	28	47	24

Висновки. 1. Американські (США) камерні сушильні апарати модельного ряду 40FIDPX мають прогресивні конструктивні й технологічні відмінності від вітчизняних та європейських аналогів.

2. Наявність перетічних каналів у верхній частині сушильної камери для перемішування зерна різної температури й вологості зовнішньої та внутрішньої поверхонь дають змогу зменшити пошарову нерівномірність температури й вологи в шарі зерна, знизити ризик травмування термолабільних складових і зменшити непродуктивні втрати теплоти.

3. Облаштування зони перерозподілу теплоти й вологи в шарах тіла зернини в сушильній камері апарата суттєво впливає на зменшення внутрішньокапілярного опору дифузії вологи в тілі зернини.

4. Притічні вікна в камері охолодження зерна дають змогу управляти аеродинамічним опором сушильного апарата та часткою рекуперованої теплоти відпрацьованих газів.

5. Облаштування повітродувних машин і пальників у камері сушіння зерна дає змогу суттєво зменшити втрати енергії та теплоти робочих газів і заощадити на повітродувних машинах з охолодження зерна.

6. З пониженням температури довкілля зменшується вологовміст сушильних газів і, відповідно, зростає їх вологопоглинальна спроможність, що компенсує втрати на додаткове нагрівання цих газів.

7. Для зерна пізніх культур крупних розмірів зневоджуваних тіл за показником питомих енерговитрат доцільно повністю перекривати притічні вікна охолоджува-

льної зони та зменшити температуру робочих газів на 10 – 15°C порівняно з режимами сушіння ранніх зернових культур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гапонюк І. Звіт технологічного та теплоаеродинамічного обстеження зерносушарок модельного ряду 40FIDPX16G328200 [Рукопис] / І. Гапонюк. — 2021. — 18 с.
2. Інструкція по сушінню продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок. — 1997. — 72 с.
3. Каминський В. Д. Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції/ В. Д. Каминський, М.Б. Бабич. — Одеса: Аспект, 2000. — 460 с.
4. Остапчук М. В. Математичне моделювання на ЕОМ: підручник / М. В. Остапчук, Г. М. Станкевич. — Одеса: Друк, 2006. — 313 с.
5. Гапонюк І. Технологія сушіння капілярно-пористих колоїдних тіл за спадними режимами / І. Гапонюк // Наукові праці НУХТ. — 2019 — Т. 25. № 6. — С. 56—65.
6. Василенко, С. М. Основи тепломасообмін: підручник / С. М. Василенко, А. І. Українець, В. В. Олішевський. — К.: НУХТ, 2004. — 250 с. — ISBN 966-612-030-5.
7. Гапонюк І. Особливості технології, теплоаеродинаміки та енергоємності вітчизняних і закордонних зерносушарок / І. Гапонюк // Тези доповіді XII Міжнародної онлайн-конференції «Проблеми теплофізики та теплоенергетики». — НАНУ, 2021. — С. 26—27.
8. Станкевич Г. М. Обробка та зберігання дрібнонасіньових олійних культур [Текст]: монографія / Г. М. Станкевич, Л. К. Овсянникова, О. Г. Соколовська. — Одеса: КП ОМД, 2016. — 128 с.: табл., рис. — Бібліогр.: с. 115—126. — ISBN 978-617-637-110-6.
9. Chuanping Liu. Size distribution in gas vibration bed and its application on grain drying. / Liu Chuanping, Wang Li, Wu Ping, Xiang Fei // Powder Technology. — № 221, 2012. — P. 192—198.
10. Інтернет видання. — Режим доступу: <https://flagma.ua/products/q=зерносушилка+malthews+company>.
11. Інтернет видання. — Режим доступу: <http://www.eridon-tech.com.ua/sukup-mixed-flow-dryers>.
12. Інтернет видання. — Режим доступу: <https://www.tomum.com/nyheter/products/grain-dryers>.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАМЕРНЫХ АППАРАТОВ СУШКИ ЗЕРНА, ПРОИЗВЕДЕННЫХ В США

И. И. Гапонюк

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведены результаты исследований в производственных условиях особенностей технологии, теплоаэродинамики и рекуперации теплоты американских камерных аппаратов сушки зерна. В производственных условиях построено кинетику влаги сушимых тел при различных параметрах газов окружающей среды и способов уменьшения потерь энергии потока рабочих газов, отмечены преимущества их конструктивных и аэродинамических отличий от европейских аналогов. Экспериментально установлено динамику отклонений паспортной производительности зерносушилки от фактической при разных режимах сушки разной исходной влаги зерна кукурузы, а также выполнен анализ возможных причин этого.

Ключевые слова: *влагообмен, теплообмен, аэродинамическое сопротивление, сушилка.*