

УДК 628.517:640.45-05

ЗАЛЕЖНОСТІ ШУМОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЛАДНАННЯ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА ВІД ЙОГО ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Заплетніков І.М. д-р техн. наук, професор,
Севагорова І.С. аспірант, Жидков Ю.В. канд. техн. наук, доцент
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського, м. Донецьк

Виявлені статистичні залежності шумових характеристик очищувального та подрібнювального технологічного обладнання від основних параметрів обладнання: продуктивності, маси та установленної потужності електродвигуна. Ці характеристики використовувалися у вигляді відносних величин для низьких, середніх та високих октавних частот, а також для характеристики А.

The statistically according to noise characteristics cleaning and crushing process equipment from basic equipment parameters: performance, weight and installed power of electric motor. These characteristics were used as relative values for low, medium and high frequency octave, and for characteristic A.

Ключові слова: шумова характеристика, технологічне обладнання, ресторанного господарство, параметри обладнання.

Попередніми дослідженнями кафедри обладнання харчових виробництв ДонНУЕТ шумових характеристик (ШХ) технологічного обладнання ресторанного господарства було встановлено, що перевищення санітарних норм по випромінюванню шуму відноситься насамперед до очищувального та подрібнювального обладнання [1,2]. Це перевищення відмічається по всьому діапазоні октавних смуг частот, а також по характеристиці А. До цього обладнання відносяться машини очищення картоплі, буряка (МОК), цибулі (МОЛ), протиральні (МП), нарізання овочів (МРО, «Гамма», СЛ-30а), овочерізально-протиральне (МІР). Незалежно від технологічного призначення обладнання його об'єднує однакова кінематична схема: двигун, клинопасова передача на вал робочого органа та сам робочий орган. Перевищення санітарних норм виявляється, в основному, при роботі машин з продуктом. В якості ШХ обладнання приймалися рівні звукової потужності у октавних смугах частот 63-8000 Гц та корегований по А рівень звукової потужності.

Перевищення серійно випускаемого заводами технологічного обладнання санітарних норм по шуму пов'язано з рядом обставин: впливом конструктивних та технологічних недоліків, погіршенням ШХ у процесі експлуатації, пов'язаних зі зношенням обладнання та іншими факторами. Найбільш ефективним засобом поліпшення ШХ машин є удосконалення їх конструкції на стадії проектування нової машини, або її модернізації. Треба закладати у конструкцію машини такий ресурс по ШХ, щоб його було достатньо на весь період безвідмовної роботи. Тому необхідно мати математичні залежності між основними параметрами обладнання та його ШХ. Таких залежностей в технічній літературі не існує як в аналітичному, так і в емпіричному вигляді.

Метою роботи є встановлення залежностей між основними параметрами технологічного обладнання: продуктивністю P , масою M та установленною потужністю електродвигуна N для очищувального та подрібнювального обладнання та його ШХ.

В якості ШХ доцільно використовувати не абсолютні значення звукової потужності, а відносні (ВШХ) до основних параметрів: продуктивності Q_P , маси Q_M та установленної потужності електродвигуна Q_N .

Попередні дослідження ШХ очищувального та подрібнювального обладнання показали, що ці характеристики відрізняються при роботі машин без продукту та з продуктом. Різниця може скласти від 3 до 8 дБ (дБА). Тому ВШХ та шукані статистичні залежності приведені окремо. ВШХ обладнання, що розглядається наведені у таблиці 1.

Критерієм ранжування обладнання приймалася отримання максимальної величини тисноти статистичного зв'язку між порядком розміщення обладнання та їх ВШХ. Тіснота зв'язку характеризується коефіцієнтом множинної кореляції R^2 . Використовувалася програма «Excel». Порядок ранжування обрано від більших значень ВШХ до менших.

Таблиця 1 – ВШХ технологічного обладнання при роботі без продукту та з продуктом

	Ча- сто- та	МОК- 150	МОК- 250	МОК- 350	МОЛІ- 100	МРО- 350	МРО 50-200	CL- 30A	Гамма- 5A	МЛІ- 1000	МЛІР- 350	МРО 400- 1000
Q _П	63	0,36/ 0,49	0,26/ 0,3	0,18/ 0,21	0,51/ 0,74	0,15/ 0,18	0,3/ 0,31	0,71/ 0,67	0,13/ 0,16	0,06/ 0,06	0,15/ 0,17	0,08/ 0,07
Q _М	Гц	0,98/ 1,35	0,66/ 0,77	0,9/ 1,04	0,93/ 1,35	2/ 2,33	2,22/ 2,3	3,81/ 3,63	1,73/ 2,17	1,2/ 1,18	2/ 2,26	1,58/ 1,48
Q _Н	63 Гц	145,95/ 200	118,18/ 138,18	114,55/ 132,73	137,84/ 200	145,95/ 170,27	150/ 155	114,2/ 108,8	140,54/ 175,68	80/ 78,67	145,95/ 164,86	105,33/ 98,67
Q _П	125 Гц	0,43/ 0,55	0,3/ 0,34	0,19/ 0,22	0,59/ 0,76	0,21/ 0,19	0,31/ 0,39	0,83/ 0,77	0,15/ 0,2	0,07/ 0,06	0,17/ 0,19	0,08/ 0,07
Q _М		1,16/ 1,49	0,76/ 0,86	0,94/ 1,11	1,07/ 1,38	2,74/ 2,41	2,3/ 2,85	4,4/ 4,14	2,03/ 2,6	1,32/ 1,26	2,26/ 2,44	1,5/ 1,46
Q _Н		172,97/ 221,62	136,36/ 154,55	120/ 141,82	159,46/ 205,41	200/ 175,68	155/ 192,5	132,14/ 124,34	164,86/ 210,81	88/ 84	164,86/ 178,38	100/ 97,33
Q _П	250 Гц	0,43/ 0,54	0,29/ 0,33	0,19/ 0,22	0,56/ 0,76	0,23/ 0,23	0,34/ 0,39	0,85/ 0,86	0,16/ 0,2	0,07/ 0,07	0,21/ 0,22	0,08/ 0,08
Q _М		1,16/ 1,47	0,73/ 0,83	0,93/ 1,11	1,02/ 1,38	2,96/ 3,04	2,48/ 2,85	4,53/ 4,62	2,07/ 2,6	1,34/ 1,32	2,67/ 2,81	1,54/ 1,56
Q _Н		172,97/ 218,92	130,91/ 149,09	118,18/ 141,82	151,35/ 205,41	216,22/ 221,62	167,5/ 192,5	136/ 138,66	167,57/ 210,81	89,33/ 88	194,59/ 205,41	102,67/ 104
Q _П	500 Гц	0,41/ 0,49	0,25/ 0,3	0,21/ 0,22	0,66/ 0,75	0,23/ 0,24	0,34/ 0,39	0,8/ 0,82	0,19/ 0,22	0,07/ 0,07	0,21/ 0,22	0,08/ 0,08
Q _М		1,11/ 1,35	0,64/ 0,77	1,06/ 1,1	1,2/ 1,36	2,93/ 3,07	2,52/ 2,85	4,27/ 4,42	2,5/ 2,93	1,32/ 1,36	2,74/ 2,81	1,58/ 1,68
Q _Н		164,86/ 200	114,55/ 138,18	134,55/ 140	178,38/ 202,7	213,51/ 224,32	170/ 192,5	128/ 132,66	202,7/ 237,84	88/ 90,64	200/ 205,41	105,33/ 112
Q _П	1000 Гц	0,41/ 0,48	0,27/ 0,29	0,19/ 0,21	0,61/ 0,7	0,2/ 0,22	0,34/ 0,38	0,78/ 0,82	0,15/ 0,2	0,07/ 0,07	0,21/ 0,21	0,08/ 0,08
Q _М		1,13/ 1,31	0,68/ 0,73	0,96/ 1,03	1,11/ 1,27	2,59/ 2,89	2,52/ 2,81	4,13/ 4,43	2,03/ 2,7	1,4/ 1,48	2,67/ 2,78	1,5/ 1,58
Q _Н		167,57/ 194,59	121,82/ 130,91	121,82/ 130,91	164,86/ 189,19	189,19/ 210,81	170/ 190	124/ 132,94	164,86/ 218,92	93,33/ 98,67	194,59/ 202,7	100/ 105,33
Q _П	2000 Гц	0,4/ 0,46	0,26/ 0,27	0,18/ 0,27	0,53/ 0,6	0,19/ 0,21	0,32/ 0,36	0,67/ 0,71	0,15/ 0,19	0,06/ 0,07	0,19/ 0,2	0,07/ 0,08
Q _М		1,09/ 1,25	0,66/ 0,68	0,89/ 0,68	0,96/ 1,09	2,52/ 2,74	2,33/ 2,67	3,55/ 3,82	1,97/ 2,47	1,2/ 1,3	2,52/ 2,56	1,38/ 1,5
Q _Н		162,16/ 186,49	118,19/ 121,82	112,73/ 121,82	143,24/ 162,16	183,78/ 200	157,5/ 180	106,6/ 114,6	159,46/ 200	80/ 86,67	183,78/ 186,49	92/ 100
Q _П	4000 Гц	0,35/ 0,41	0,22/ 0,25	0,15/ 0,17	0,47/ 0,53	0,17/ 0,2	0,26/ 0,33	0,58/ 0,6	0,13/ 0,17	0,06/ 0,06	0,17/ 0,19	0,06/ 0,07
Q _М		0,96/ 1,11	0,57/ 0,63	0,77/ 0,87	0,85/ 0,96	2,22/ 2,59	1,93/ 2,44	3,09/ 3,24	1,77/ 2,3	1,1/ 1,16	2,26/ 2,44	1,16/ 1,38
Q _Н		143,24/ 164,86	101,82/ 112,73	98,18/ 110,91	127,03/ 143,24	162,16/ 189,19	130/ 165	92,66/ 97,26	143,24/ 186,49	73,33/ 77,33	164,86/ 178,38	77,33/ 92
Q _П	8000 Гц	0,29/ 0,45	0,18/ 0,22	0,17/ 0,16	0,53/ 0,51	0,14/ 0,18	0,21/ 0,32	0,57/ 0,61	0,11/ 0,16	0,05/ 0,06	0,15/ 0,16	0,05/ 0,06
Q _М		0,8/ 1,22	0,44/ 0,57	0,83/ 0,81	0,96/ 0,93	1,81/ 2,37	1,52/ 2,37	3,03/ 3,28	1,47/ 2,17	0,9/ 1,1	1,93/ 2,07	1,08/ 1,26
Q _Н		118,92/ 181,08	80/ 101,82	105,45/ 103,64	143,24/ 137,84	132,43/ 172,97	102,5/ 160	91/ 98,34	118,92/ 175,68	60/ 73,33	140,54/ 151,35	72/ 84
Q _П	А	0,45/ 0,53	0,29/ 0,31	0,21/ 0,23	0,64/ 0,78	0,23/ 0,24	1,4/ 1,54	0,83/ 0,85	0,19/ 0,22	0,07/ 0,08	0,22/ 0,25	0,08/ 0,08
Q _М		1,22/ 1,44	0,73/ 0,79	1,04/ 1,16	1,16/ 1,42	2,93/ 3,07	2,59/ 2,85	4,4/ 4,57	2,47/ 2,97	1,42/ 1,54	2,81/ 3,19	1,52/ 1,64
Q _Н		181,08/ 213,51	130,91/ 141,82	132,73/ 147,27	172,97/ 210,81	213,51/ 224,32	175/ 192,5	132/ 137,2	200/ 240,54	94,67/ 102,67	205,41/ 232,43	101,33/ 109,33

На підставі бази даних ВПХ отримані статистичні залежності ВПХ від основних параметрів обладнання. Найбільшу тісноту зв'язку мають регресійні рівняння, в яких R^2 не менше 0,9. Ці рівняння для різних параметрів відрізняються і мають наступний вигляд:

$$Q_{\Pi} = e_{\Pi} - p \ln_{\Pi} \tag{1}$$

$$Q_M = e_M - mM + m_2M^2 - m_3M^3 + m_4M^4 - m_5M^5 \tag{2}$$

$$Q_N = e_N - nN - n_2N^2 - n_3N^3 + n_4N^4 - n_5N^5 \tag{3}$$

Коефіцієнти регресії та вільні члени рівняння зведені до таблиці 2 та 3.

Таблиця 2 – Коефіцієнти регресії рівнянь (1–3) для роботи машин без продукту

Октавні смуги частот, Гц, А	Q_{Π}			Q_M							Q_N			
	v_{Π}	P	R^2	v_M	m	m_2	m_3	m_4	m_5	R^2	v_N	n	n_2	R^2
63	0,69	0,27	0,96	5,66	2,56	0,62	0,08	0,003	-	0,96	147,6	1,71	0,67	0,95
125	0,8	0,31	0,99	8,38	5,8	2,15	0,38	0,032	0,001	0,99	193,8	5,28	0,38	0,96
250	0,8	0,31	0,97	4,81	0,75	0,036	-	-	-	0,96	220,3	12,11	0,05	0,98
500	0,8	0,3	0,96	4,51	0,61	0,025	-	-	-	0,94	226,2	10,42	0,2	0,98
1000	0,77	0,3	0,98	4,3	0,61	0,026	-	-	-	0,98	202,0	7,25	0,26	0,94
2000	0,68	0,26	0,98	3,83	0,5	0,02	-	-	-	0,96	194,8	7,92	0,24	0,98
4000	0,59	0,22	0,98	3,36	0,44	0,018	-	-	-	0,97	176,7	9,26	0,04	0,98
8000	0,59	0,23	0,94	3,51	0,37	0,009	-	-	-	0,93	150,2	5,63	0,23	0,99
A	1,26	0,52	0,96	4,64	0,64	0,027	0,94	-	-	0,94	224,8	8,91	0,29	0,97

Таблиця 3 – Коефіцієнти регресії рівнянь (1–3) для роботи машин з продуктом

Октавні смуги частот, Гц, А	Q_{Π}			Q_M							Q_N						
	v_{Π}	P	R^2	v_M	m	m_2	m_3	m_4	m_5	R^2	v_N	n	n_2	n_3	n_4	n_5	R^2
63	0,78	0,3	0,91	4,52	1,32	0,26	0,025	0,001	-	0,91	201,9	660,6	401,5	113,8	16,3	1,41	0,94
125	0,86	0,33	0,94	8,34	6,59	2,8	0,55	0,048	0,002	0,93	92,66	127,1	47,49	7,86	0,63	0,019	0,9
250	0,91	0,35	0,97	4,63	0,68	0,03	-	-	-	0,92	219,48	1,26	1,23	-	-	-	0,92
500	0,87	0,33	0,95	4,61	0,57	0,02	-	-	-	0,94	240,1	6,9	0,61	-	-	-	0,93
1000	0,84	0,32	0,97	4,52	0,57	0,02	-	-	-	0,9	278,3	120,7	60,8	12,64	1,11	0,035	0,91
2000	0,74	0,28	0,98	3,98	0,46	0,015	-	-	-	0,9	202,3	2,31	0,81	-	-	-	0,92
4000	0,65	0,24	0,97	3,51	0,37	0,01	-	-	-	0,93	199,5	7,16	0,41	-	-	-	0,95
8000	0,65	0,24	0,95	7,27	6,45	2,97	0,61	0,06	0,002	0,96	254,1	247,7	177,2	52,83	7,59	0,53	0,81
A	1,38	0,58	0,95	4,77	0,59	0,021	-	-	-	0,92	243,3	4,75	0,81	-	-	-	0,92

За допомогою рівнянь (1-3) та таблиць 1, 2 та 3 розраховуються ПХ обладнання при роботі його без продукту та з продуктом на підставі заданих або підрахованих основних параметрів Π , M , N на стадії ще розробки технічного завдання при проектуванні аналогічних машин.

Графічна інтерпретація залежностей (1-3) представлена на прикладі окремих графіків, що приведені на рисунках 1-3 для низьких (63 Гц), середніх (500 Гц) та високих частот.

Серед досліджуваного обладнання найгірші ВПХ відповідають овочерізальному CL-30А, МРО50-200, МРО-350 та картоплечистки МОК-150, її модифікації МОЛ-100. Досить високі ВПХ припадають і

на протирально-різальну машину МПР-350 на октавній частоті 250 Гц. Цей висновок стосується роботи обладнання як на холостому ході, так і при роботі з продуктом для низьких та середніх частот.

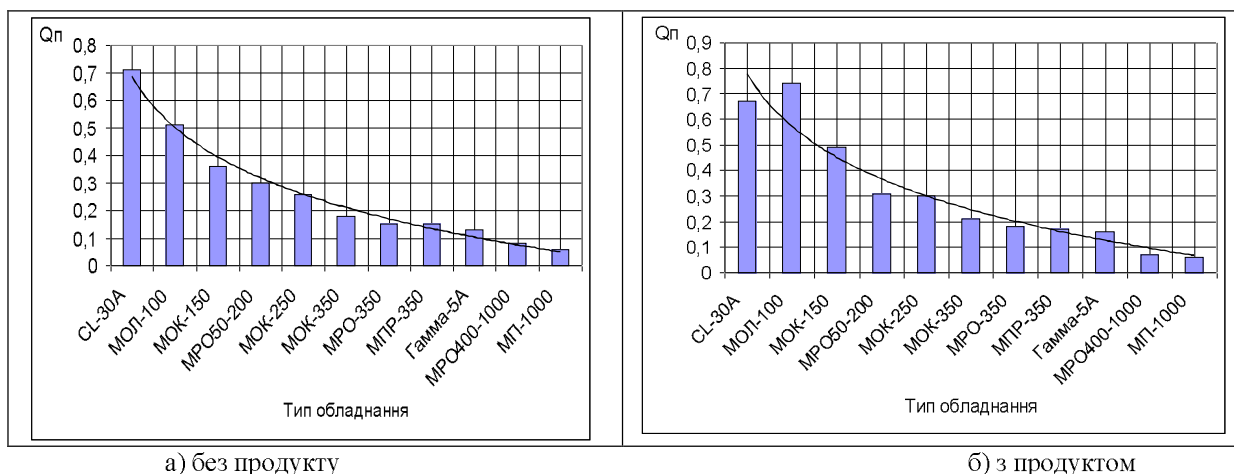


Рис. 1 – Залежності ВШХ по продуктивності від типу обладнання

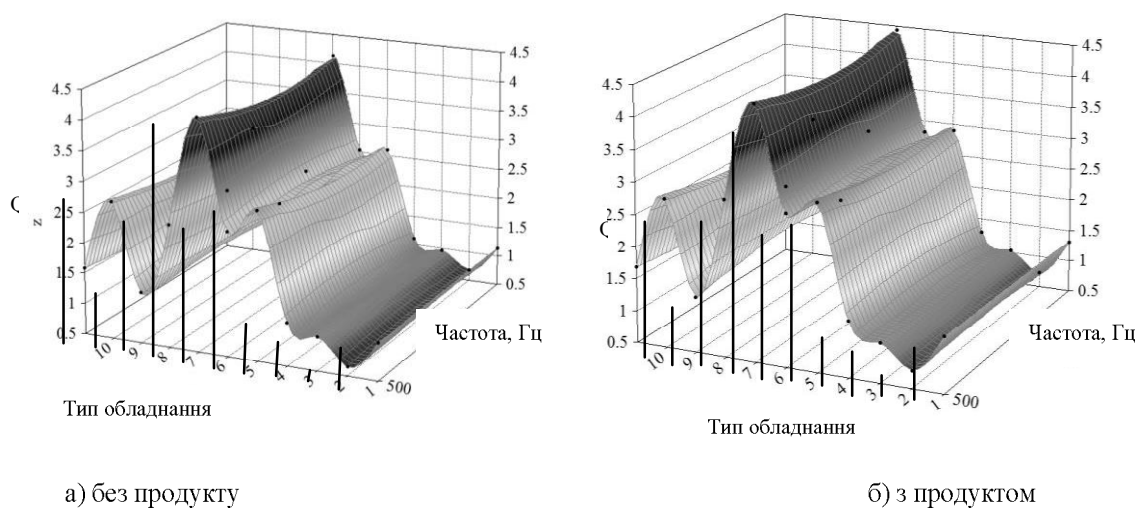


Рис. 2 – Залежності ВШХ по масі від типу обладнання

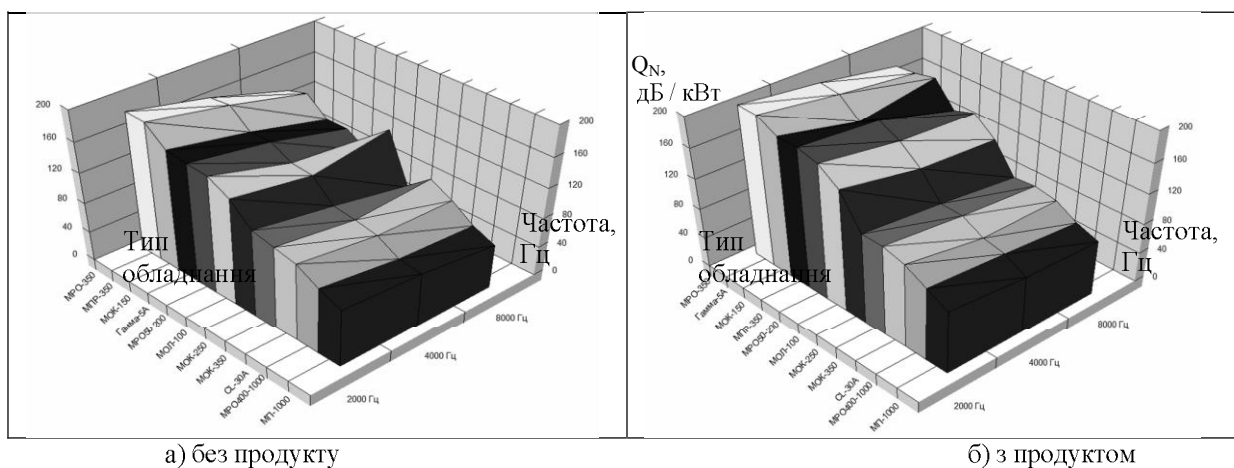


Рис. 3 – Залежності ВШХ по установленій потужності двигуна від типу обладнання

Встановлено, що найгіршими ВШХ та ШХ володіє овочерізальне обладнання, по-перше машини СЛ-30а та МПР-350, МРО-350. Тому при конструюванні або модернізації подібного обладнання слід звернути увагу на необхідність поліпшення насамперед їх ШХ.

Висновки.

1. Встановлені ВШХ технологічного обладнання з однаковою кінематичною схемою дозволяють оцінити вплив основних параметрів обладнання – продуктивності, маси та встановленої потужності електродвигуна на ШХ обладнання у октавних смугах частот та характеристики А.

2. ВШХ дозволили виявити обладнання, яке потребує поліпшення ШХ.

3. Отримані статистичні залежності ВШХ від основних параметрів обладнання дозволяють визначити ВШХ та ШХ обладнання на стадії його проектування.

Перспективою подальших досліджень є розробка конструктивних рекомендацій для очищувального та подрібнювального технологічного обладнання ресторанного господарства для поліпшення його ШХ.

Література

1. Заплетников И.Н. Виброакустические характеристики оборудования предприятий питания и методы их улучшения [Текст]: Моногр. – Донецк : ДонГУЭТ, 2005. – 265с.
2. Заплетников І.М., Кіріченко В.О., Севаторова І.С. Визначення порівняльних шумових характеристик овочерізок [Текст]/Заплетников І.М., Кіріченко В.О., Севаторова І.С. // Наукові праці / Одеська нац. акад. харч. технол. – 2010. – Вип. 37. – С.303-307.

УДК 664.83.047.8

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КАРТОПЛІ ТА МОРКВИ У ВІДЦЕНТРОВОМУ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ

**Поперечний А.М., д.т.н., проф., Жданов І.В.
Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського, м. Донецьк**

В статті наведені результати моделювання процесу сушіння картоплі та моркви у відцентровому псевдозрідженому шарі.

Results of drying process modeling of potatoes and carrot in centrifugal pseudoreified layer are described in article.

Ключові слова: сушіння, відцентровий псевдозріджений шар, морква, картопля, моделювання.

Постановка проблеми. На практиці для розрахунків процесу сушіння найчастіше використовуються математичні моделі, які описують кінетику зміни середніх значень вологовмісту і температури матеріалу, а також дозволяють визначити тривалість сушіння. До них відносяться моделі О.В. Ликова, В.В. Краснікова, Г.К. Філоненко, Л. Страха, В.О. Потапова, О.В. Акуліча тощо [1-7]. Рідше залежність часу сушіння від робочих параметрів процесу складають у вигляді многофакторної регресійної моделі [8]. Такі моделі, хоча і не описують механізми тепло- і масопереносу, використовуються для визначення раціональних умов реалізації процесу.

Більшість вищевказаних авторів апроксимують криву швидкості сушіння у періоді спадаючої швидкості визначеною математичною залежністю, яка містить швидкість сушіння у першому періоді та чисельні коефіцієнти, що залежать від виду продукту, його початкового вологовмісту тощо.

Як відомо, в період постійної швидкості сушіння, коли видаляється в основному вільна волога, швидкість процесу лімітується зовнішнім масопереносом, тобто залежить головним чином від параметрів дифузійного середовища і характеру його взаємодії з твердою фазою.

Отже, для використання експериментальних даних з кінетики сушіння з метою проектування сушильних апаратів та визначення режиму їх роботи процес сушіння моделюється за допомогою двох основних складових – рівнянь кінетики зміни середніх значень вологовмісту та критеріального рівняння зовнішнього масообміну. Останнє визначає вплив робочих параметрів процесу на швидкість сушіння у період лінійного видалення вологи.