

ли пенопластом. При необходимости визуального контроля состояния пакетов утеплитель снимали с окон и включали подсветки.

Охлаждение раствора нитрита натрия производится в теплообменнике 1 (калориферах) при отрицательных температурах наружного воздуха, подаваемого вентилятором 2. Температуру воздуха на выходе из калориферов и количество последних определяли по уравнению теплового баланса. Исходными данными были температура воздуха, поступающего в калорифер (10°C), раствора на входе (2°C) и на выходе из калорифера (5°C), расход воздуха ($35\ 000\ \text{м}^3/\text{ч}$) и раствора ($4\ \text{м}^3/\text{ч}$). Требуемую площадь поверхности теплообмена обеспечивают четыре калорифера КВС 12-П, соединенных последовательно по воздуху и теплоносителю.

Циркуляция раствора нитрита натрия осуществляется с помощью насоса 8, регулирование расхода раствора в системе – с помощью вентиля, установленного на подающем патрубке насоса, измерение расхода производится расходомером 9.

Для оттаивания пакетов со льдом на подающем трубопроводе насоса устанавливается водонагреватель 6 типа "труба в трубе", теплоносителем в котором служит вода из системы отопления. Регулирование расхода ее осуществляется с помощью вентиля на подающем и обратном трубопроводах горячей воды (температура раствора нитрита натрия на выходе из подогревателя должна составлять $+4^{\circ}\text{C}$).

Для измерения температуры воздуха на входе и выходе из калориферов-охладителей, раствора нитрита натрия на входе и выходе из льдоаккумулятора и водоподогревателя, а также воды в подающем и обратном трубопроводах водонагревателя использовали хромель-копелевые термолары и многоточечный потенциометр 7 типа КСП. Контроль температуры осуществляли с помощью термометров 10, расход теплоносителя – с помощью расходомера 5 и трубки Пито 3, установленной на воздуховоде.

В результате эксперимента определены время замораживания и оттаивания пакетов с водой в зависимости от температуры раствора нитрита натрия и его расхода. Наличие этих данных позволяет разработать методику расчета льдоаккумуляторов рассматриваемого типа.

УДК 697.921:631.243.42

П.И.ДЯЧЕК

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ХРАНИЛИЩ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Обследования хранилищ сельскохозяйственной продукции показали, что в ряде случаев реальная подача воздуха в камеры существенно ниже проектной. Это объясняется несовершенством существующей методики [1] расчета сопротивления слоев продукции движению воздуха.

Исследование характера распределения приточного воздуха в насыпи плодовоощной продукции и картофеля было проведено на основании решения на ЭВМ составленных для данного случая уравнений движения воздуха [2]. Ре-

зультаты расчетов проверены экспериментально в лабораторных условиях. Исследования показали, что для принятых способов раздачи воздуха (рис. 1) над воздухораспределителями существует зона насыпи высотой h_n , где распределение скоростей воздуха неравномерное и локальные значения скорости изменяются от нуля до v_{max} . Назовем эту область насыпи зоной неравномерного вентилирования. Выше указанной зоны распределение скоростей воздуха равномерное и скорость его фильтрации определяется только порозностью насыпи и подачей воздуха в слой.

Высота зоны неравномерного вентилирования ограничивается [3]. Наличие этой зоны необходимо учитывать в расчете аэродинамического сопротивления слоя продукции. Независимо от типа воздухораспределителя аэродинамическое сопротивление слоя можно определить по формуле

$$\Delta p = \Delta p_n (H + k_p h_n), \quad (1)$$

где Δp_n — сопротивление слоя плодовоовощной продукции высотой 1 м при равномерном распределении скоростей воздуха и подаче воздуха L [1]; H — высота слоя продукции; k_p — поправочный коэффициент.

Обобщение результатов расчетов воздухораспределения позволило найти аналитические зависимости для определения значений k_p , h_n . Для оценки степени неравномерности распределения скоростей воздуха в зоне неравномерного вентилирования введен параметр

$$k_n = \frac{1}{V_n} \int_0^{V_n} \frac{|v_i - \bar{v}|}{\bar{v}} dV_i, \quad (2)$$

где V_n — объем зоны с неравномерным распределением скоростей воздуха; v_i — скорость фильтрации воздуха в объеме dV_i ; \bar{v} — средняя в зоне высотой h_n скорость движения воздуха.

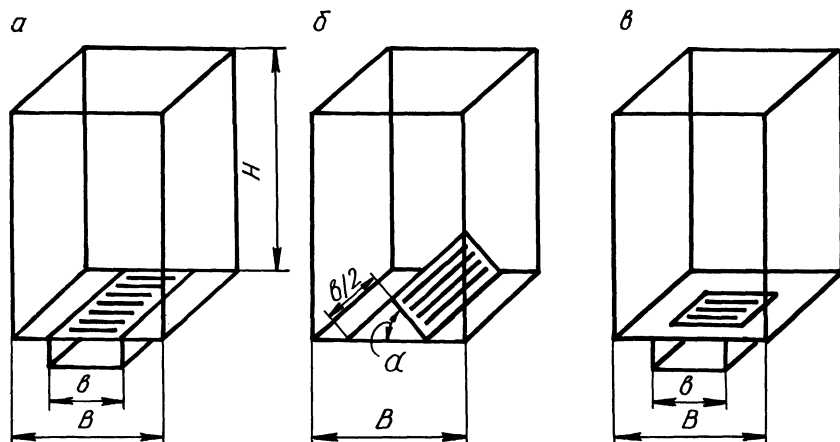


Рис. 1. Схемы раздачи воздуха при вентиляции насыпных слоев сельскохозяйственной продукции

Табл. 1. Значения параметров x_1 (числитель) и x_3 (знаменатель)

$B, \text{ м}$	Высота слоя продукции, м					
	1	2	3	4	5	6
0,5	0,071	0,089	0,109	0,127	0,144	0,164
	0,407	0,592	0,778	0,963	1,147	1,332
1,0	0,480	0,511	0,540	0,571	0,602	0,631
	0,700	1,070	1,440	1,810	2,180	2,550
1,5		0,749	0,805	0,860	0,915	0,971
		1,432	1,987	2,542	3,097	3,652
2,0			1,023	1,096	1,171	1,244
			2,420	3,160	3,900	4,640
2,5			1,215	1,307	1,400	1,493
			2,737	3,663	4,586	5,512

Табл. 2. Значения параметров x_2 (числитель) и x_4 (знаменатель)

$B, \text{ м}$	b/B									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
0,5	0,779	0,756	0,730	0,671	0,602	0,523	0,433	0,335	0,228	
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,990	0,970	0,912	0,772	
1,0	0,990	0,990	0,990	0,97	0,954	0,916	0,849	0,735	0,555	
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,990	0,950	0,845	
1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,990	0,970	0,910	0,770	
						1,0	1,0	0,970	0,896	
2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,980	0,972	0,888	
							1,0	0,990	0,931	
2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,991	0,948	
								1,0	0,955	

Полученные зависимости, как правило, громоздки, и использование их в инженерной практике затруднительно. Поэтому на их основе составлены таблицы.

Разработана методика расчета воздухоораспределителей, обеспечивающих равномерную по их длине раздачу воздуха. Основная задача расчета — определение аэродинамического сопротивления слоя продукции и требуемого расстояния между воздухоораспределителями B . Значение B можно найти с помощью формул для расчета K_H :

Табл. 3. Значения вспомогательного параметра z

H, м	b/B							
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
1	1,472	1,191	0,964	0,779	0,631	0,510	0,413	0,334
2	1,192	1,000	0,840	0,705	0,592	0,497	0,417	0,350
3	0,889	0,774	0,674	0,587	0,512	0,446	0,388	0,338
4	0,560	0,507	0,458	0,414	0,374	0,338	0,306	0,276
5	0,206	0,194	0,182	0,170	0,160	0,150	0,140	0,132
6	-0,175	-0,171	-0,166	-0,162	-0,157	-0,153	-0,149	-0,145

Табл. 4. Максимальная допустимая высота зоны неравномерного вентилирования

Продукция	$h_{н\ max}$, м
Морковь, лук и семенники овощных культур	0,5
Капуста, семенной картофель	0,75
Картофель продовольственный и подлежащий тепловой обработке (изготовление чипсов, сушка)	1,0
Картофель кормовой и подлежащий обработке без теплового воздействия (на спирт, крахмал)	1,5

Табл. 5. Значения параметров s_1, s_3, u

Продукция	s_1	s_3	u
Картофель	0,857-0,21b/B	0,78-0,21b/B	1,937
Лук	0,90-0,21b/B	0,82-0,21b/B	1,971
Морковь	0,73+0,02b/B	0,70+0,045b/B	1,789
Капуста	0,54+0,035b/B	0,69+0,06b/B	1,773
Корнеплоды	0,87+0,12b/B	0,88+0,17b/B	1,849

Табл. 6. Значения параметра v

Значение v при α , равном			
40°	50°	60°	70°
0,299	0,484	0,641	0,721

при линейных подземных воздухораспределителях (рис. 1, а)

$$k_{на} = 0,55H^{-0,18} (1 - b/B);$$

при наземных линейных воздухоподающих каналах (рис. 1, б)

$$k_{нб} = k_{на} - 0,5b (0,344H^{0,66} - 0,436) \sin \alpha; \quad (4)$$

при локальной раздаче воздуха (рис. 1, в)

$$k_{нб} = 1,03H^{-0,3} (1-b/B). \quad (5)$$

Рекомендуется значения b и a принимать по конструктивным соображениям, $k_n \leq 0,35$.

Высота зоны неравномерного вентилирования может быть найдена по зависимостям: при раздаче воздуха, соответствующей рис. 1, а, $-h_{на} = x_1 x_2$; рис. 1, б, $-h_{нб} = h_{на} + 0,5 z b \sin \alpha$; рис. 1, в, $-h_{нб} = x_3 x_4$. Значения x_1, x_2, x_3, x_4 и z можно определить, по табл. 1–3.

Табл. 7. Значения параметров γ_1 (числитель) и γ_3 (знаменатель)

b/B	$H, \text{ м}$					
	1	2	3	4	5	6
0,1	7,39	5,08	3,50	2,41	1,66	1,14
	47,46	36,02	27,34	20,75	15,75	11,96
0,15	4,85	3,61	2,69	2,00	1,49	1,11
	23,76	18,95	15,11	12,05	9,61	7,66
0,2	2,72	2,25	1,87	1,55	1,29	1,07
	14,43	11,93	9,86	8,15	6,73	5,56
0,3	2,16	1,87	1,62	1,40	1,22	1,05
	6,98	6,08	5,29	4,60	4,00	3,49
0,4	1,45	1,35	1,26	1,18	1,10	1,02
	4,03	3,65	3,30	2,99	2,70	2,45
0,5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	2,52	2,36	2,21	2,06	1,93	1,81
0,6	0,69	0,74	0,79	0,85	0,91	0,98
	1,62	1,57	1,51	1,46	1,41	1,36
0,7	0,46	0,53	0,62	0,71	0,82	0,95
	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02
0,8	0,28	0,36	0,45	0,57	0,73	0,92
	0,617	0,638	0,66	0,68	0,71	0,73

Высота зоны неравномерного вентилирования не должна превышать значений, приведенных в табл. 4 [3], кроме того, обязательно выполнение условия $h_n < H$.

Коэффициент k_p может быть найден по зависимостям: при раздаче воздуха, соответствующей рис. 1, а, $-k_{pa} = s_1(0,2B + 0,35) y_1$; рис. 1, б, $-k_{pb} = (1 - 0,5buv)(k_{pa} + 1) - 1$; рис. 1, в, $-k_{pv} = s_3(0,077B + 0,89) y_3$. Значения s_1, y_1, u, v, s_3, y_3 можно найти по табл. 5—7.

Предлагаемая методика аэродинамического расчета систем вентиляции хранилищ сельскохозяйственной продукции позволяет повысить ее сохранность.

Список литературы

1. ОНТП 6—86. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля и плодоовощной продукции / Минплодоовощпром СССР. М., 1985. 2. Дячек П.И. Комплексное исследование и разработка принципов вентиляции картофелехранилищ // Пробл. теплоснабжения и вентиляции в условиях климата Восточной Сибири. Иркутск, 1981. 3. Волкинд И.Л. Комплексы для хранения картофеля, овощей и фруктов. М., 1981.

УДК 697:658.261

И.И.СТАНЕЦКАЯ

О МАТЕРИАЛЬНОМ СТИМУЛИРОВАНИИ ЗА ЭКОНОМИЮ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года определено, что потребности в топливе и энергии должны на 75—80 % удовлетворяться за счет их экономного расходования. При проведении курса на экономное и рациональное использование энергетических ресурсов, и в частности тепловой энергии, значительная роль отведена такому экономическому рычагу, как материальное стимулирование.

Начисление премий работникам предприятия за экономию тепловой энергии ведется в настоящее время согласно [1]. Это Положение имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, оно распространяется лишь на те предприятия, где утверждены удельные нормы расхода тепловой энергии. Во-вторых, допускается получение премий за экономиию тепловой энергии при перерасходе других видов энергии. В-третьих, согласно Положению, фактический расход тепловой энергии можно определять как с помощью приборов, так и расчетным методом. Однако предлагаемые для расчета количества тепловой энергии, отпускаемой потребителям, формулы [2] носят весьма приближенный характер, и, следовательно, можно ожидать значительного искажения действительной картины потребления и расходования тепловой энергии. Это может оказаться выгодным как для энергосберегающей организации,