

1. Теплофизические характеристики пищевых продуктов и требования к условиям их хранения

Использование искусственного холода при хранении пищевых продуктов предполагает создание и поддержание в помещении для хранения (холодильной камере, кладовой, складе, торговой витрине, прилавке и т.п.) таких условий, которые обеспечивают сохранность биологических, санитарно-гигиенических, органолептических (вкусовых) свойств продукции, а также ее товарного вида и массы в течение всего периода хранения. С этой целью в помещении для хранения должны поддерживаться в достаточно узком диапазоне значения температуры, влажности, а в некоторых случаях — и химического состава окружающей среды, величины которых задаются видом, агрегатным состоянием и теплофизическими свойствами продуктов, подлежащих хранению.

Ниже будет показано, что при тепловом расчете и выборе основных проектных параметров холодильных установок для хранения пищевых продуктов теплофизические свойства и требования к условиям хранения являются одной из главных составляющих при расчете теплового баланса помещения для хранения (холодильной камеры). Значения указанных характеристик для различных видов продуктов, используемые при таком расчете, приведены в таблицах 1.1 - 1.6.

Животные продукты

Вид продукта	Наименование продукта	Теплофизические характеристики							Условия хранения свежей продукции		Условия термообработки	
		Точка замерзания, °С	Удельная теплоемкость, кДж/кг·К		Скрытая теплота заморозки, кДж/кг	Теплота дыхания, кДж/тонна·час			Температура хранения, °С	Относительная влажность, %	Температура заморозки, °С	Температура хранения мороженой продукции, °С
			До заморозки	После заморозки		0°С	10°С	20°С				
Мясные	Говядина жирная	-1,5	2,93	1,59	207	0	0	0	0...-1	85...90	-25	-15
	Говядина постная	-1,5	3,52	1,8	255	0	0	0	0...-1	85...90	-25	-15
	Баранина	-1,5	3,06	1,72	222	0	0	0	0...+1	85...90	-24	-18
	Свинина	-1,5	2,3	1,38	146	0	0	0	-1...-1,5	85...90	-25	-18
	Телятина	-1,5	3,16	1,72	232	0	0	0	0...-1	90	—	—
	Печень	-1,7	3,14	1,72	232	0	0	0	0	85	—	—
	Грудинка	0	1,8	1,21	71	0	0	0	1	85	—	—
	Ветчина	-2,8	2,64	1,51	179	0	0	0	0...-2	80	—	—
	Колбаса вареная	-3,3	3,73	2,35	217	0	0	0	-1...+2	80	—	—
	Колбаса копченая	-3,9	3,60	2,35	200	0	0	0	4,5	90	—	—
	Крольчатина	-3,25	3,1	1,67	228	0	0	0	0...-1	85...90	-25	-15
	Сало свиное	-1	1,8	1,21	71	0	0	0	0...+1	80...85	—	-18
Птица, дичь	-1,7	3,35	1,67	247	0	0	0	0	85...90	-24	-18	
Рыбные	Рыба жирная	-2,2	2,93	1,59	206	—	—	—	0...-1,5	90	-30	-18
	Раба постная	-1,5	3,60	1,88	283	—	—	—	0...-1	90	-25	-18
	Рыба сухая	—	2,26	1,42	151	—	—	—	+4...+10	90	—	—
	Рыба копченая	—	3,1	1,63	214	—	—	—	+4...+10	50...60	—	—
	Раки, омары, крабы	-2,2	3,7	1,85	290	—	—	—	0,5	90...95	-25	-18
	Устрицы	-2	3,47	1,84	262	0	0	0	0...+2	85...90	—	—
Молочные	Молоко	-0,56	3,85	1,93	293	—	—	—	0,5	85...90	—	—
	Масло сливочное	-5,6	2,3	1,42	197	0	0	0	0	80...85	-25	-18
	Сыры	-8,5	2,93	1,88	268	244	244	244	4	Переменная	—	—
	Сметана (40%)	-2,2	3,56	1,68	209	—	—	—	0,5	0	—	—
	Сливки	-2,25	2,8	1,59	197	0	0	0	1,5	80	—	—
	Мороженое	-2,0	3,85	1,93	293	—	—	—	—	—	-30	-25

Растительные продукты (овощи)

Наименование продукта	Теплофизические характеристики							Условия хранения свежей продукции		Условия термообработки	
	Точка замерзания, °С	Удельная теплоемкость, кДж/кг·К		Скрытая теплота заморозки, кДж/кг	Теплота дыхания, кДж/тонна·час			Температура хранения, °С	Относительная влажность, %	Температура заморозки, °С	Температура хранения мороженой продукции, °С
		До заморозки	После заморозки		0°С	10°С	20°С				
Спаржа	-1,2	3,94	2,01	314	206	516	1117	0	90...95	-25...-30	-18
Свекла	-1,7	3,77	1,88	274	108	345	628	0	90...95	—	—
Брокколи	-0,6	3,85	1,97	302	314	332	349	0	90...95	—	—
Артишоки	-1,2	3,64	1,88	279	209	366	523	0	90...95	-25...-30	-18
Морковь без ботвы	-1,35	3,77	1,93	276	164	318	1000				
Капуста цветная	-1	3,89	1,97	307	181	433	1211	0	85...90	—	—
Капуста белокочанная	-0,5	3,89	1,97	306	70	153	394	0	95	—	—
Капуста брюссельская	-0,83	3,68	1,93	283	213	691	1721	0	95	—	—
Капуста савойская	-0,5	3,73	1,93	288	100	241	610	0	95	—	—
Капуста квашеная	-3,3	3,85	1,97	301	0			0	—	—	—
Огурцы	-0,5	4,06	2,05	318	65	250	576	0	85...90	—	—
Лук репчатый	-1,2	3,77	1,93	288	250	810	2093	0	70...75	—	—
Лук зеленый	-1,2	3,89	2,01	306	43	90	173	+10	75	—	—
Чеснок	-2	2,89	1,67	207	0	0	0	—	—	—	—
Фасоль стручковая	-1,2	3,43	1,97	297	349			+4...+7	85...90	—	—
Фасоль сушеная	—	1,25	1,00	41	—			+2...+5	70	—	—
Фасоль зеленая (бобы)	-1	3,85	1,93	297	279	663	1745	7	90	—	—
Грибы	-1	3,89	1,97	302	384	820	2006	0...+1	85...90	—	—
Цикорий	-0,6	3,94	2,01	307	0			0	95	—	—
Баклажаны	-0,8	3,94	2,01	307	0	0	0	7	90	—	—
Картофель молодой старый	-0,61 -1,5	3,56 3,43	1,84 1,8	270 255	75	91	143	+4,5...+10	85...90	—	—
Перец свежий	-1	3,94	1,97	307	131	344	463	7	90	—	—
Горошек зеленый	-1,1	3,31	1,76	246	384	798	2041	0...0,5	85...90	-25...-30	-18
Горох сухой	—	1,17	0,83	33,5	—	—	—	+2...+5	70	—	—
Помидоры спелые	-0,56	3,98	2,01	311	28	125	331	+7...+10	85...90	—	—
Помидоры зеленые	-0,7	3,94	2,05	314	58	125	323	+11...+13	85...90	—	—
Репа	-1	3,89	1,97	301	87			0	95	—	—
Сельдерей в пучках листья корень	-1,1 -0,5 -1	3,94 3,98 3,94	1,97 2,01 1,93	310 313 923	73	250	475	0...0,5	90...95	—	—
Шпинат	-0,75	3,94	2,01	307	248	921	2774	0...-0,5	90...95	-25...-30	-18
Оливки	-1,2	3,35	1,76	251	0	0	0	7	90	—	—

Растительные продукты (фрукты и ягоды)

Наименование продукта	Теплофизические характеристики						Условия хранения свежей продукции		Условия термообработки		
	Точка замерзания, °С	Удельная теплоемкость, кДж/кг·К		Скрытая теплота заморозки, кДж/кг	Теплота дыхания, кДж/тонна·час			Температура хранения, °С	Относительная влажность, %	Температура заморозки, °С	Температура хранения мороженой продукции, °С
		До заморозки	После заморозки		0°С	10°С	20°С				
Абрикосы	-1,05	3,68	1,93	283	54	293	572	-0,5	90	—	—
Ананасы спелые	-1,1	3,68	1,88	283	89	229	396	7	85...90	—	—
Арбузы	-1	4,06	2,01	307				2	90	—	—
Апельсины	-2	3,85	1,84	285	31	98	241	0...+1	85...90	—	—
Сок апельсиновый	-2	3,81	1,97	297	0	0	0	—	—	—	—
Бананы	-1	3,47	1,76	251	0	337	698	+14...+16	90	—	—
Хурма	-2	3,52	1,80	260	0	0	0	-1	90	—	—
Вишня	-2	3,64	1,84	276	63	312	698	0...-1	85...90	-25...-30	-18
Финики сушеные	-15,7	1,51	1,09	67	32	83	216	-1	90	—	—
Инжир свежий	-2,45	3,43	1,8	260	0	0	0	-2	90	—	—
Инжир сушеный		1,63	1,13	79	0	0	0	0	60	—	—
Земляника садовая	-1,16	3,89	1,93	300	134	506	865	0	85...90	-25...-30	-18
Малина	-1	3,64	1,88	281	265	810	2093	-0,5	90	—	—
Лимоны	-1,61	3,73	1,93	283	28	103	178	+9...+10	85...90	—	—
Мандарины	-1,05	3,77	1,93	291	30	100	230	+4...+7	85...90	—	—
Манго	-0,94	3,56	1,83	272	0	0	0	10	90	—	—
Яблоки	-2	3,85	1,88	281	53	175	356	-1...+3	85...90	—	—
Айва	-2	3,68	1,88	283	43	56	0	-0,5	90	—	—
Дыни	-1	3,89	1,97	301	56	147	370	+4...+10	85...90	—	—
Черника	-1,28	3,6	1,88	274	0	0	0	2	90	—	—
Груши	-1,7	3,77	1,88	274	42	184	768	0...-1	85...90	—	—
Персики	-1,1	3,77	1,93	293	59	281	541	-1...+1	85...90	-25...-30	-18
Грейпфрут	-1,11	3,81	1,93	293	31	82	173	0...+10	85...90	—	—
Сливы	-1,2	3,68	1,88	274	68	366	680	0...+10	85...90	—	—
Виноград	-1,28	3,6	1,84	270	30	119	243	0...-1	85...90	—	—

Прочие продукты

Наименование продукта	Теплофизические характеристики							Условия хранения свежей продукции		Условия термообработки	
	Точка замерзания, °С	Удельная теплоемкость, кДж/кг·К		Скрытая теплота заморозки, кДж/кг	Теплота дыхания, кДж/тонна·час			Температура хранения, °С	Относительная влажность, %	Температура заморозки, °С	Температура хранения мороженой продукции, °С
		До заморозки	После заморозки		0°С	10°С	20°С				
Пиво	-2,2	3,81	0	300	0	0	0	+1,5...+4,5	—	—	—
Маргарин		1,97	1,26	126	—	—	—	+1,5...+2	60...70	—	—
Мед		1,46	1,09	60	0	0	0	+7...+10	60...70	—	—
Масло растительное	-1	1,97	1,26	126	0	0	0	+1...+2	—	—	—
Яйца	-1	3,18	1,67	226	—	—	—	0...-1	85...90	-25...-30	-18
Шоколад	-29	3,18	1,26	126	0	0	0	+16...+18			
Дрожжи	-1,4	3,22	1,72	237	0	0	0	—	—	—	-18
Хлеб	-1,2	2,93	1,42	123	0	0	0	-18	95	—	—
Пельмени	-2,2	3,0	1,67	230	0	0	0	-18	90...95	-30...35	-18

Таблица 1.5.

**Рекомендуемая температура размещения различных продуктов
(температура продуктов при их закладке в холодильную камеру)**

Наименование продукта	Температура закладки, °С	Допустимое повышение температуры, К
Продукты с низкой температурой заморозки		
Мороженое	-26	3
Продукты различные	-18	3
Сок фруктовый, концентрированный	-20	3
Рыба	-18	3
Продукты со средней температурой заморозки		
Масло	-14	3
Продукты различные	-10	3
Дичь	-12	3
Жир	-14	3
Яичный желток	-12	3
Мясо		
чистое	-10	3
отходы туши, потроха	-12	3
Домашняя птица	-12	3
Охлажденные продукты		
Масло	+6	2
Дичь	+4	2
Молоко		
свежее	+4	2
пастеризованное	+6	2
Крольчатина	+4	2
Рыба	+2	2
Молочные продукты	+4	2
Мясо		
чистое	+7	2
отходы туши, потроха	+3	2
Домашняя птица	+4	2