

УДК 621.565.92:614.841.345

# Анализ пожароопасности и тушение пожара в холодильных камерах и помещениях

Канд. техн. наук В.М. СОКОЛОВ  
Астраханский государственный технический университет

**Fire hazard materials are always present in refrigerated rooms and premises. If there is a source of ignition, fire occurs with high degree of probability. The calculation of the class of fire hazard of refrigerated rooms is presented. Use of fire-fighting carbon dioxide installation as an automatic means for fire extinguishing is recommended.**

В качестве пожарной нагрузки для холодильных камер и помещений необходимо рассматривать:

- аммиачно-воздушную смесь, которая может образоваться при разгерметизации системы охлаждения. Такая смесь не только взрывоопасна. При объемном содержании аммиака в воздухе выше 14 % (78,6 мг/л) и при наличии открытого пламени намечается горение. Кроме того, газообразный аммиак отнесен к горючим газам [6];
- деревянные конструкции (грузовые поддоны, прокладочные рейки, стеллажи);
- скоропортящиеся продукты и сырье в замороженном и охлажденном виде;
- тару, в которую упаковывают продукты и сырье.

Разгерметизация системы охлаждения в холодильных камерах и помещениях происходит в основном при снятии снежной шубы, когда оттаивание производится горячими парами аммиака и когда применяют механическую очистку охлаждающих устройств от снега. Снятие снежной шубы выполняют 2 – 3 раза в год с соблюдением мер предосторожности и под контролем. Поэтому образование пожароопасной аммиачно-воздушной смеси следует считать маловероятным событием.

Предполагается, что деревянные конструкции, применяемые в холодильных камерах и помещениях, выполнены из древесины с противопожарной пропиткой.

Информация о горении скоропортящихся продуктов и сырья, находящихся в замороженном и охлажденном виде, малоизвестна. Отрывочные сведения говорят о том, что такие продукты и сырье следует считать трудносгораемым материалом. Телевизионные репортажи из Великобритании (осень 2001 г.), в которых демонстрировалось сжигание домашнего скота, пораженного ящуром, отчасти подтверждают такое предположение.

Кроме того, ряд пищевых жиров и масел, входящих в состав скоропортящихся продуктов питания и сырья,

Таблица 1  
Йодное число у рыб жирных пород

№	Наименование рыбы	Йодное число	№	Наименование рыбы	Йодное число
1	Омуль	135,9	10	Сазан	103,15
2	Окунь тихоокеанский	124	11	Осетр атлантический	125,0
3	Осетр	122,4	12	Стерлядь	135,0
4	Севрюга	100,23	13	Минога каспийская	104,0
5	Палтус	183...193,7	14	Угорь	109
6	Тюлька	166,5	15	Семга	106,0
7	Сардины и иваси	172,96	16	Тунец	164...203
8	Лосось	170,85	17	Килька	132
9	Сом	137,6			

имеют высокое йодное число, что говорит об их способности окисляться, а возможно, и гореть. Например, йодное число составляет 31...46 у бараньего, 42...46 у свиного и 122...162 у тюленьего жиров, 127...136 у подсолнечного и 114...130 у соевого масел [1].

Высокое йодное число у рыбьего жира (табл. 1) [2].

Легкая окисляемость и высокое йодное число рыбьих жиров обусловлены довольно большим содержанием в них высоконепредельных кислот [2]. Есть предположение, что если жиры и масла имеют йодное число более 50, то они склонны к горению [1].

Скоропортящиеся продукты и сырье хранят в холодильных камерах и помещениях в основном в картонной таре. Картон является пожароопасным материалом, его низшая теплота сгорания превышает 13 000 кДж/кг [1].

Таким образом, в холодильных камерах и помещениях есть пожароопасный материал, есть окислитель в

виде кислорода воздуха. При наличии источника возгорания пожар произойдет с высокой степенью вероятности.

Самой распространенной причиной пожаров на холодильниках, что подтверждает зарубежная статистика, является нарушение правил пожарной безопасности во время проведения огневых работ (электросварка, газовая резка и сварка). По этой причине происходит 64 % пожаров. Еще 22 % приходится на возгорания действующего оборудования (автопогрузчики, электрокары, электропогрузчики, электродвигатели вентиляторов и воздухоохладителей) [9].

Для анализа и расчетов на пожароопасность холодильных камер и помещений вводится упрощающее условие – в качестве пожарной нагрузки выступает только

картонная тара. Такую нагрузку (кДж) определяют по выражению [4]:

$$Q_{\text{пп}} = G_T Q_p^H, \quad (1)$$

где  $G_T$  – масса картонной тары, кг;

$Q_p^H$  – низшая рабочая теплота сгорания, кДж/кг.

Масса тары определяется, если известны:

✓ масса брутто и масса нетто одного тарного места;

✓ размеры одного тарного места (длина, высота, ширина);

✓ число тарных мест в холодильной камере (помещении).

Массовые и объемные показатели тарного места принимают по стандартам или по данным поставщиков. Число тарных мест в холодильной камере (помещении) зависит от ее емкости, а также от способа укладки гру-

*Расчетные показатели холодильных камер с замороженным сливочным маслом для определения пожароопасной категории*

Показатель	Значение показателя				
	Емкость камер, усл. т				
	100	200	300	400	500
А. Холодильные камеры высотой 4 м					
1. Грузовой объем, м <sup>3</sup>	286	571,4	857,14	1142,86	1428,6
2. Масса груза, т	229	457,12	685,7	914,3	1142,9
3. Число тарных мест, шт.	8482	16930	25397	33862	42328
4. Высота грузовая, м	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77
5. Площадь грузовая, м <sup>2</sup>	103,25	206,3	309,44	412,6	515,74
6. Масса тары, кг	13571,2	27088	40635	54179,2	67724,8
7. Пожарная нагрузка, кДж	181854	362979,2	544509	726001,3	907512,3
8. Расчетная пожарная удельная нагрузка, МДж/м <sup>2</sup>	1761,3	1759,3	1759,66	1759,6	1759,6
9. Расчетный показатель сравнения	1705,4	1703,4	1703,8	1703,7	1703,7
10. Категория пожароопасности	B1	B1	B1	B1	B1
Б. Холодильные камеры высотой 6 м					
I. Площадь грузовая, м <sup>2</sup>	51,63	103,2	154,72	206,3	257,9
2. Высота грузовая, м	5,54	5,54	5,54	5,54	5,54
3. Расчетная пожарная удельная нагрузка, МДж/м <sup>2</sup>	3523	3517,2	3519,2	3519,2	3517,6
4. Категория пожароопасности	B1	B1	B1	B1	B1

Таблица 3

*Расчетные показатели холодильных камер с охлажденным яйцом для определения категории пожароопасности*

Показатель	Значение показателя				
	Емкость камер, усл. т				
	100	200	300	400	500
<b>А. Холодильные камеры высотой 4 м</b>					
1. Грузовой объем, м <sup>3</sup>	286	571,4	857,1	1142,9	1428,6
2. Масса груза, т	85,8	171,43	257,13	342,9	428,6
3. Число тарных мест, шт.	4767	9524	12285	19050	23811
4. Высота грузовая, м	2,77	2,77	2,77	2,77	2,77
5. Площадь грузовая, м <sup>2</sup>	75,8	151,4	227,1	302,8	378,4
6. Масса тары, кг	7150,5	14286	21427,5	28575	35716,5
7. Пожарная нагрузка, кДж	95816,7	191452,4	287128,5	382905	478601,1
8. Расчетная удельная пожарная нагрузка, МДж/м <sup>2</sup>	1264,0	1264,6	1264,3	1264,5	1264,8
9. Расчетный показатель сравнения	40,96	40,95	40,97	40,97	40,98
10. Категория пожароопасности	B2	B2	B2	B2	B2
<b>Б. Холодильные камеры высотой 6 м</b>					
I. Площадь грузовая, м <sup>2</sup>	50,4	100,7	151,0	201,4	251,7
2. Высота грузовая, м	5,675	5,675	5,675	5,675	5,675
3. Расчетная удельная пожарная нагрузка, МДж/м <sup>2</sup>	1901,1	1901,2	1901,5	1902,2	1901,5
4. Расчетный показатель сравнения, Мдж	128,5	128,5	128,54	128,6	128,54
5. Категория пожароопасности	B1	B1	B1	B1	B1

зового штабеля и его высоты.

Высота штабеля ограничена прочностью тары и допустимой нагрузкой на пол камеры.

Исходя из этих условий и учитывая укладку продуктов в виде грузового пакета на поддоне, определяют грузовую высоту штабеля. По паспортной емкости холодильной камеры определяют грузовой объем, затем грузовую площадь штабеля, эквивалентную площади пожарной нагрузки:

$$S_{\text{пп}} = S_{\text{гр}} = V_{\text{гр}} / h_{\text{гр}} = E_{\text{хк}} / (h_{\text{гр}} g_v), \quad (2)$$

где  $S_{\text{пп}}$  – площадь пожарной нагрузки, м<sup>2</sup>;

$S_{\text{гр}}$  – площадь грузового штабеля, м<sup>2</sup>;

$V_{\text{гр}}$  – грузовой объем штабеля, м<sup>3</sup>;

$h_{\text{гр}}$  – грузовая высота штабеля, м;

$E_{\text{хк}}$  – паспортная емкость холодильной камеры, усл. т;

$g_v$  – норма загрузки 1 м<sup>3</sup> объема холодильной камеры конкретным продуктом, т/м<sup>3</sup>. Такие нормы известны и широко применяются при расчете холодильной емкости [3].

Категория пожароопасности холодильных камер и помещений определяется по расчетной удельной пожарной нагрузке (МДж/м<sup>2</sup>), которую вычисляют по выражению [4]:

$$g_{\text{упн}} = Q_{\text{пп}} / S_{\text{пп}} \cdot 10^{-3}. \quad (3)$$

Расчеты выполнены для холодильных камер емкостью 100, 200, 300, 400 и 500 усл. т из предположения, что в таких камерах хранят замороженные грузы (сливочное масло в картонных коробках) и охлажденные грузы (яйца в картонных коробках). Грузовая высота штабеля определена в варианте пятиэтажного холодильника (нагрузка на пол ограничена в размере 2000 кг/м<sup>2</sup> и высота не более 4 м) и в варианте одноэтажного холодильника (нагрузка на пол не превышает 5000 кг/м<sup>2</sup> и высота не более 6 м) [3]. Учитывая упаковку яиц в картонные коробки, высота пакета принята в шесть коробок. Для полного использования емкости камер применены двухъярусные стеллажи. Данные расчетов сведены в табл. 2 и 3.

Согласно нормам НПБ 105 – 95 категория пожарной опасности помещения обоснована следующими показателями [4]:

- B4 —  $g_{\text{упн}} < 180 \text{ МДж/м}^2$ ;
- B3 —  $g_{\text{упн}} < 1400 \text{ МДж/м}^2$ ;
- B2 —  $g_{\text{упн}} < 2200 \text{ МДж/м}^2$ ;
- B1 —  $g_{\text{упн}} > 2200 \text{ МДж/м}^2$ .

Если по удельной расчетной пожарной нагрузке помещения отнесены к категориям B3 и B2, вводится дополнительная расчетная проверка по пожарной нагрузке сравнения  $Q_{\text{ср}}$  (МДж), которую определяют по выражению [4]

$$Q_{\text{ср}} = 0,64g_{\text{упн}} H^2, \quad (4)$$

где  $H$  – расстояние от низа несущей конструкции перекрытия (балки, фермы) до верхней поверхности пожарной нагрузки, м.

Если окажется, что  $Q_{\text{ср}} \leq Q_{\text{пп}}$ , то категория помещения повышается на одну степень по пожарной опасности, то есть помещение категории B3 переходит в категорию B2, а категории B2 – в категорию B1 [4].

Расчеты показывают (см. табл. 2 и 3), что все холодильные камеры одноэтажных холодильников, в которых размещены продукты, упакованные в картонную тару, должны быть отнесены по пожарной опасности к категории B1, а холодильные камеры пятиэтажного холодильника – к категории не ниже B2. Поэтому присвоение холодильным камерам категории Д согласно правилам [7] является необоснованным.

Зная категорию пожароопасности каждой холодильной камеры, можно определить категорию пожароопасности холодильника в целом [4]. На этом основании можно установить требования к оснащению холодильных камер и помещений автоматическими устройствами

ми обнаружения пожаров (АУОП) и тушения пожаров (АУТП) [5].

Кроме этого надо учесть действие температурного режима холодильных камер и помещений. Применение водяного пожаротушения приведет к значительной трудоемкости работ по ликвидации последствий тушения пожара. Потребуется удалить большую массу образовавшегося льда.

Целесообразно проложить трубопровод для подачи углекислого газа в холодильные камеры и помещения. Источником CO<sub>2</sub> могут являться баллоны с жидкой углекислотой, которые необходимо расположить в специальном отапливаемом помещении. Такая противопожарная установка легко автоматизируется, а герметичность холодильных камер и помещений обеспечит надежность пожаротушения углекислым газом.

Важно также, что противопожарную углекислотную установку можно применять для дератизации [8]. Для умерщвления мышей необходима 25 %-ная концентрация углекислого газа, а для крыс – 35 %-ная. Углекислый газ губительно действует на микроорганизмы, а для некоторых пищевых продуктов служит хорошим консервирующим средством.

### Список литературы

1. Демидов П.Г., Шандыба В.А. Щеглов П.П. Горение и свойства горючих веществ. – М.: Химия, 1981.
2. Клейменов И.Я. Пищевая ценность рыбы. Справочник. – М.: Пищевая промышленность, 1971.
3. Курылев А.С., Оносовский В.В., Румянцев Ю.Д. Холодильные установки. – СПб: Политехника, 2000.
4. НПБ 105 – 95. Определение категории помещений и зданий по взрывопожароопасной и пожарной опасности (нормы пожарной безопасности).
5. НПБ 110 – 96. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими устройствами тушения пожаров и обнаружения пожаров.
6. ПБ 09-220 – 98. Правила устройства и безопасности эксплуатации аммиачных холодильных установок.
7. ПБ 09-595 – 03. Правила безопасности аммиачных холодильных установок.
8. Технологический и ветеринарно-санитарный контроль на холодильниках. Справочное руководство /Под ред. Т.Г. Таршиса. – М.: Пищевая промышленность, 1967.
9. Титков В.А. Противопожарная защита холодильников // Пожарное дело. 1990. № 6.