

О теплоизоляции охлаждаемых помещений

А.И. Заславский, Я.И. Засядько, В.И. Павелко, Национальный университет пищевых технологий

Поддержание температурно-влажностного режима в камерах холодильной обработки продукции и камерах хранения, а также в технологических помещениях предприятий пищевой промышленности является важнейшей задачей, возлагаемой на холодильную установку предприятия. Соблюдение заданных режимов в сложных условиях непрерывно изменяющихся тепловых нагрузок, а также суточных и сезонных колебаний температуры и влажности окружающей среды обеспечивает сохранность сырья и полупродуктов на всех стадиях производственного цикла, максимальный выход высококачественной продукции, в особенности, продуктов животного происхождения.

Известно, что стационарный температурно-влажностный режим охлаждаемого помещения определяется равновесием между притоком теплоты и влаги от разнообразных источников в помещение и потоками теплоты и влаги, удаляемыми из помещения. Незначительные отклонения от равновесия компенсируются способностью саморегулирования установки в пределах диапазона срабатывания датчиков системы автоматического регулирования (дифференциала температуры или давления). При этом температура охлаждаемого помещения может незначительно изменяться внутри некоторого заданного интервала температур — дифференциала температуры.

Из сказанного следует, что при расчете и проектировании холодильной установки необходимо определить величину всех потенциальных теплопритоков в самых неблагоприятных условиях работы. Анализ показывает, что в климатических зонах на территории Украины теплопритоки через теплоизолирующие строительные ограждения составляют до 40-60 % суммарных теплопритоков.

Таким образом, устройство надежной термической изоляции ограждающих строительных конструкций холодильных и морозильных камер, а также производственных помещений, где поддерживается пониженная температура воздуха, является важнейшей задачей проектирования холодильной установки в целом,

Представляется целесообразным проанализировать принятый в отечественной практике метод расчета толщины слоя теплоизоляции. Как известно, определение толщины слоя выбранного изолирующего материала, по-существу, основывается на применении нормативов, отражающих некий осредненный минимум затрат на сооружение и эксплуатацию холодильника при данном перепаде температур снаружи и внутри охлаждаемого помещения.

Следует иметь ввиду, что в условиях непрерывного неограниченного роста цен на энергоносители, который, несомненно, будет усугубляться, концепция постоянных рекомендованных значений коэффициента теплопередачи для действующего перепада температуры на ограждении представляется некорректной. Очевидно, что уже при нынешнем соотношении цена

теплоизоляции/цена электроэнергии целесообразно принять нормативные значения коэффициента теплопередачи ограждения на 20-25 % ниже рекомендованных в 1980-1990 гг.

В дальнейшем имеются все основания предположить, что пересмотр нормативных значений должен будет производиться на регулярной основе в сторону уменьшения нормативного коэффициента теплопередачи ограждения по мере роста цен энергоносителей и соответствующего роста цен на электроэнергию.

Еще одним соображением при выборе и проектировании изоляционных ограждений холодильных камер станет оценка сбросного тепла холодильной установки. Данное обстоятельство станет весьма актуальным в свете нарастания негативных явлений, связанных с термическим загрязнением окружающей среды, и проявлениями парникового эффекта.

Общеизвестно, что теплота, отобранная в приборах охлаждения холодильных камер, а также термический эквивалент механической энергии, затраченной в данном цикле холодильной установки, сбрасываются в окружающую среду. Если условно допустить, что первая составляющая непрерывно циркулирует между температурными уровнями окружающей среды и охлаждаемого помещения неизменно, то вторая составляющая, т.е., термический эквивалент затрачиваемой в холодильном цикле энергии, непрерывно добавляется в окружающую среду. Если учесть, что и при выработке электроэнергии происходит интенсивный сброс низкопотенциальной теплоты в окружающую среду в соответствие со вторым началом термодинамики, то необходимость всячески снижать теплопритоки в охлаждаемые помещения даже за счет ощутимого удорожания изолирующих ограждений представляется вполне обоснованной.

В данной статье мы хотим ознакомить специалистов с характеристиками основных теплоизолирующих материалов.

Керамзит — высокопрочный материал, используется при изготовлении полов холодильных и морозильных камер. Указанная технология в настоящее время применяется очень редко из-за больших трудозатрат.

Минеральное волокно — сравнительно недорогой материал, легко перерабатываемый, негорюч. Требуется дополнительной защиты от проникновения в окружающую среду, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,04...0,045$ Вт/мК, под воздействием влаги постепенно теряет свои теплоизоляционные свойства, которые восстановлению не подлежат. Аллерген.

Полистирол — сравнительно недорогой материал, хороший теплоизолятор, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,030...0,037$ Вт/мК. Продукт переработки нефти, токсичен при изготовлении, неустойчив к растворителям, при нагревании выделяет пентан, неустойчив к ультрафиолетовому излучению, электризуется с образованием статического электричества при возгорании образует выделение капель, разрушается со временем.

Пенополиуретан — продукт переработки органической химии, сравнительно дорогой материал, но отличный теплоизолятор, в процессе эксплуатации безвреден, устойчив к воздействию влаги, устойчив к пластификаторам и наиболее встречающимся растворителям, таким, как, клей, битумные красители, пасты, средства защиты древесины и т.п. Пенополиуретан не разрушается, не

поражается грибом, материал экологически чист, не имеет запаха и не оказывает негативного влияния на организм человека. По огнестойкости относится к группе трудносгораемых, затухает при ликвидации источника огня, технологичен при производстве теплоизоляционных работ, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,025$ Вт/мК. Высокая термоизолирующая способность пенополиуретана не достигается в строительстве ни одним другим из известных ныне изоляционных материалов. Рассмотрим сравнительные характеристики теплоизоляционных свойств наиболее известных строительных материалов. В Таблице 1 приведены эквивалентные по изолирующим характеристикам значения толщины слоёв различных материалов. В Таблицах 2 и 3 приведены характеристики некоторых современных теплоизоляционных материалов.

Тепло-, гидро-, звукоизоляционное покрытие из пенополиуретана производится различными методами, например:

Напыление — это нанесение пенополиуретана на любую поверхность (металл, бетон, дерево и т.д.) при помощи специального оборудования. Утеплению подлежат холодильные и морозильные камеры, промышленные и гражданские сооружения, ангары, гаражи, кровли и т.п., при этом толщина напыляемого слоя задается заранее.

Заливка — производится в любое закрытое или ограниченное пространство. При этом в момент вспенивания пенополиуретан заполняет весь объем ограниченного пространства, щели, пустоты.

Скорлупа — теплоизоляционные элементы из пенополиуретана, покрытые снаружи фольгоизолом, на изолируемых трубах крепятся при помощи специальных замков, что обеспечивает наименьшие тепловые потери энергоносителей.

Сэндвич-панели — плоские панели из пенополиуретана покрытые снаружи алюминиевой фольгой. Между собой крепятся при помощи специальных замков, толщина панелей выбирается по каталогу в зависимости от температуры помещений, в которых замораживаются или сберегаются скоропортящиеся пищевые продукты. Размеры сэндвич-панелей: ширина — 1,0 м, длина до 13 м, толщина от 0,1 м и более, выбирается по расчету.

Выводы: В условиях постоянного роста цен на энергоносители, в первую очередь, на газ, уголь, нефть, одним из важнейших направлений стратегии энергосбережения является применение современной, эффективной, долговечной, тепловой изоляции, что не только экономит денежные средства, направляемые на приобретение энергоносителей, но существенно увеличивает сроки эксплуатации основного и вспомогательного энергогенерирующего оборудования, обеспечивает поддержание требуемых технологических режимов в охлаждаемых помещениях, зданиях, сооружениях и т.п.

Таблица 1

Пенополиуретан	50 мм
Минвата	125 мм
Перлитцемент	150 мм
Древесина	340 мм
Кирпич	942 мм
Бетон	2131 мм

*СРАВНЕНИЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА (ППУ) С ТРАДИЦИОННЫМИ
ТЕПЛОИЗОЛЯТОРАМИ*

Таблица 2

Теплоизолятор	Средняя плотность (кг/м ³)	Коэффициент теплопроводности (Вт/мК)	Пористость	Срок эксплуатации (лет)	Диапазон рабочих температур
ППУ жесткий	40	0,025	Закритая	30	-150+150
Минеральная вата	55-150	0,052-0,058	Открытая	3	-40 + 350
Пробковая плита	220-240	0,050-0,060	Закритая	3	-30 + 90
Пенобетон	250-400	0,145-0,160	Открытая	10	-30 + 120

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
технико-экономической эффективности
при использовании ППУ— изделий и традиционной
минеральной ваты

Таблица 3

Показатель	ППУ	МИН.ВАТА
Коэффициент теплопроводности	0,025	0,05-0,07
Толщина покрытия	35-70 мм	1 20-220 мм
Возможность использования	Многоразового использования	Одноразового использования
Эффективный срок службы	25-30 лет	3 года
Производство работ	Круглогодично	Теплое время года, сухая погода
Влага, агрессивные среды	Устойчив	Теплоизоляционные свойства теряются, восстановлению не подлежат
Экологические показатели	Безопасен	Аллерген
Рабочая температура	-150+ 150	350
Фактические тепловые потери	В 1,7 раза ниже нормативных	Превышение нормативных после 6 месяцев эксплуатации