

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫХ ПОЛОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ И МОРОЗИЛЬНЫХ КАМЕР

*лект. унив. Сергей ПУТИВЕЦ*

*Технический университет Молдовы*

### ABSTRACT

Problems in the construction and design of refrigerators for storing fruit and vegetable products are described. It is proposed to use computer technologies in calculating and designing the floors of low-temperature refrigerating chambers.

Правительство Республики Молдова получило официальное уведомление о продлении до июня 2021 года проекта «Конкурентоспособное сельское хозяйство Молдовы» МАС-Р, финансируемого Всемирным банком. Бюджет двух грантовых линий для молдавских аграриев в рамках этого этапа проекта составит почти \$8 миллионов.

Одна из двух грантовых линий «Облегчение доступа на рынки сбыта» предусматривала формирование групп сельхозпроизводителей и поддержку их инвестиций в развитие послеуборочной инфраструктуры. На предстоящие два года бюджет грантовой линии предусмотрен в размере \$3,5 млн. Гранты будут выделены минимум десяти группам сельхозпроизводителей секторов плодоводства, молочного животноводства и пчеловодства. В настоящее время УСМРА обрабатывает заявки трех групп сельхозпроизводителей из районов Дондюшень, Кэлэраш, Шолданешть.

В зависимости от температурного режима холодильные камеры делятся на среднетемпературные и низкотемпературные, как это показано в табл.1.

Современные технологии хранения плодоовощной продукции и фруктов внедряются в повседневную жизнь. Например, такие, как шоковая заморозка. В основе метода — быстрое и интенсивное воздействие на продукт низкими температурами. При этом обработка продукции происходит в 3 этапа [ 1 ]:

- Охлаждение до 0 °С. Большинство продуктов, попадающих в шоковую заморозку, на начальном этапе имеют температуру окружающей

среды — около 20 °С. При охлаждении до 0 °С происходит забор тепла без нарушения текстуры и качества товара. Это подготовка к подмораживанию.

- Подмораживание до –5 °С. На этом этапе жидкость, которая есть в составе продукта, становится мелкими кристалликами льда. При этом не происходит лишнего испарения: все, что делало продукт сочным, остается внутри, просто в твердом состоянии. Товар готов к заморозке.

- Заморозка до –18 °С. Продукт приобретает оптимальную для длительного хранения температуру. Все его ценные свойства были «законсервированы холодом» на предыдущем этапе, и теперь он может долго храниться в специальных холодильных камерах.

Таблица 1

Тип	Температура, °С	Применение
Среднетемпературные	0... +6	Охлаждение и хранение плодоовощных культур, ягод, свежего молока и молочной продукции, полуфабрикатов; непродолжительное хранение и охлаждение свежей рыбы, мяса и продукции на их основе
	+8... +14	Длительное хранение фруктов, овощей, ягод, цветочных культур и растений, вина, пива, медицинских препаратов и изделий из натурального меха
Низкотемпературные	–18... –22	Хранение замороженных продуктов
	–24... –28	Обычная заморозка
	–35... –36	Шоковая заморозка

Строительство новых холодильников для плодоовощной продукции и фруктов с применением современных технологий требует также новых подходов в проектировании.

Холодильные камеры должны быть прочными, гидро- и теплоизолированными, устойчивыми к коррозии. Эффективность работы подобных установок во многом зависит не только от ограждающих конструкций, но и от того, на каком основании они установлены.

При неправильных проектных решениях из-за постоянной низкой температуры может промерзнуть бетон пола, а со временем и грунт под ним. Содержащаяся в грунте влага замерзает и происходит вспучивание грунта (рис.1). Даже при наличии хорошей теплоизоляции этот процесс невозможно остановить. Результат – разрушение пола и выход из строя дорогостоящего оборудования и всего сооружения.



Рис. 1

В соответствии с требованиями [1, 2] здания холодильников с отрицательными температурами в помещениях, возводимые во всех строительного-климатических районах, за исключением зон распространения вечномёрзлых грунтов, должны проектироваться с учетом необходимости предотвращения промерзания грунтов, являющихся основанием фундаментов и полов.

Для предотвращения замораживания температура грунта должна всегда сохраняться положительной и не опускаться ниже  $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . С этой целью плиту пола теплоизолируют. В некоторых случаях применяются системы искусственного обогрева грунтов (электрообогрев, обогрев незамерзающей жидкостью), а также устройство проветриваемого подполья и другие системы защиты. Системы защиты грунтов от промерзания должны предусматриваться под помещениями с отрицательными температурами, а также под примыкающими к ним коридорами, вестибюлями, лифтовыми шахтами.

Не требуется защита от промерзания непучинистых грунтов, простирающихся ниже подошвы фундамента на глубину не менее  $1/3$  ширины здания охлаждаемого склада при его ширине менее 30 м, или на 10 м при ширине охлаждаемого склада более 30 м. Подсыпка под полы в этом случае должна выполняться из непучинистых грунтов.

Чтобы убедиться в свойствах грунтов под проектируемым холодильником требуется проведение дорогостоящих геологических исследований.

Технология устройства пола в холодильных и морозильных камерах включает в себя ряд процессов и выглядит следующим образом [3]:

Срез растительного грунта, уплотнение подстилающего грунта (в случае, если пол выполняется «по грунту»);

Устройства песчаной или щебеночной подготовки;

Устройство подогрева полов в холодильных и морозильных камерах;

Устройство бетонной подготовки;

Укладка теплоизоляционного слоя – экструдированного полистирола необходимой толщины;

Укладка теплоотражающего слоя – металлизированного пенополиэтилена;

Устройство армированной бетонной плиты или фибробетонной стяжки пола;

Устройство лицевого покрытия пола.

Нарезка и последующее заполнение швов специальным герметиком.

Пол, выполненный с соблюдением технологии описанной выше (рис. 2), обеспечит возможность длительной безаварийной эксплуатации помещения.



Рис. 2

Проведение геологоразведочных работ, строительство обогреваемых полов весьма затратные с финансовой точки зрения. Чтобы избежать неоправданного расходования денежных средств, можно привлечь на помощь моделирование тепловых процессов в программе ELCUT [ 4 ].

Рассмотрим простейший случай холодильной камеры без подогрева пола. Принятые температуры в камере -25 оС, на глубине 10 м температура среднегодовая грунта +12 оС. Армированная бетонная плита толщиной 100 мм и слой утеплителя 250 мм. На рис.3 показано поле температур в грунте для приведенных условий в стационарном режиме.

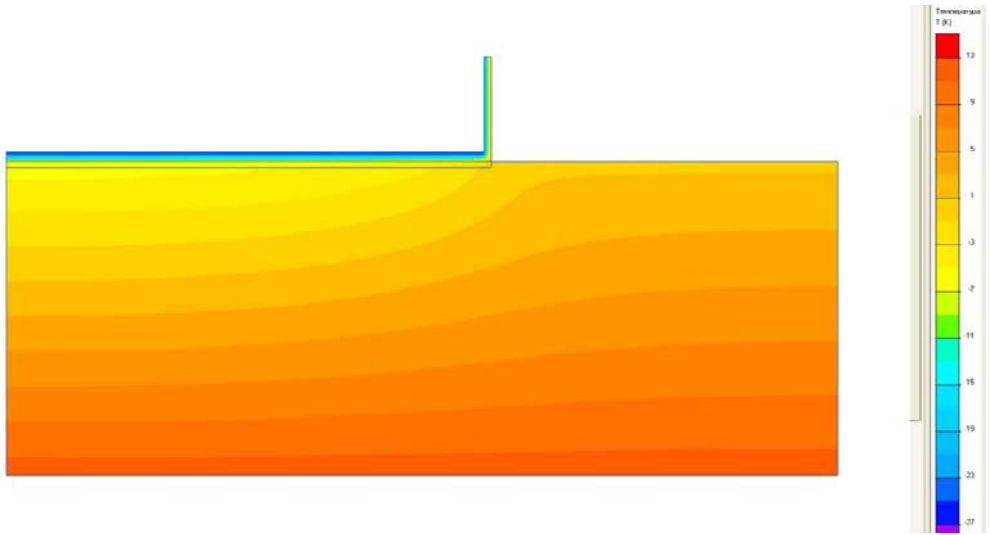


Рис.3

Как видно из графика на рис. 4, уже начиная с глубины 3,5 м температура грунта становится отрицательной, то есть возможно замораживание грунта.

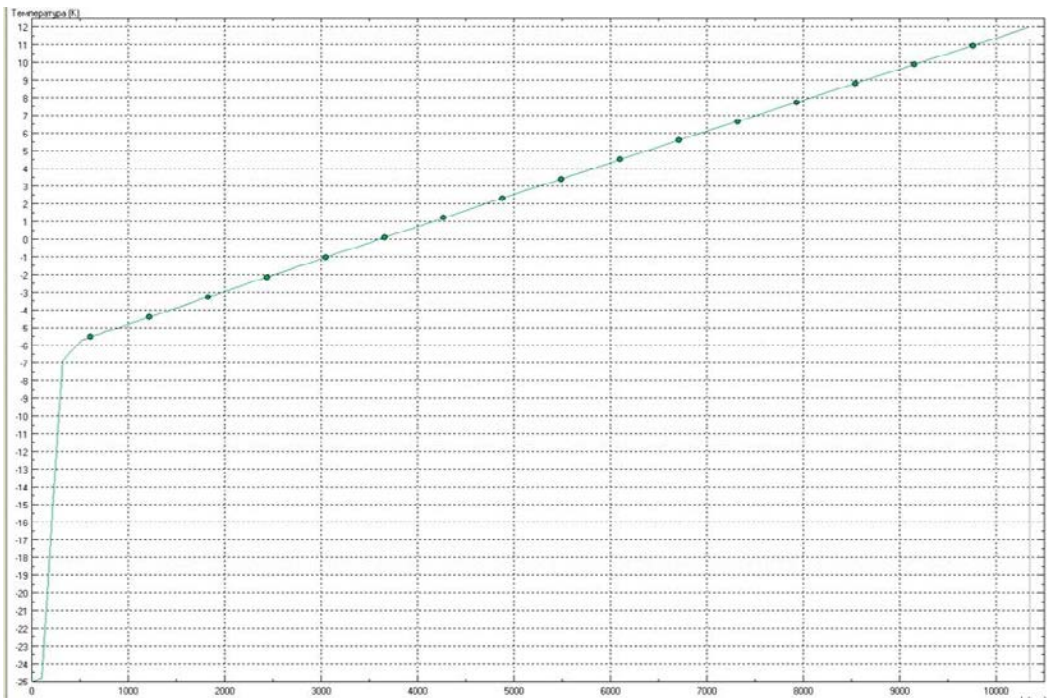


Рис. 4

В программе ELCUT можно моделировать нестационарные тепловые процессы, в том числе с учетом внутренних тепловыделений в конструктивных слоях модели.

### **Выводы:**

1. Сохранение урожая и выход на новые рынки – актуальные задачи для аграриев Республики Молдова. Без современных подходов и технологий в длительном хранении урожая им не обойтись.

2. Для повышения точности расчетов следует применять современные средства на основе компьютерных технологий, которые стали в настоящее время доступными широкому кругу инженеров-проектировщиков. Примером является программный комплекс ELCUT, обладающий большими аналитическими возможностями и высокой степенью автоматизации всех операций.

### **Литература:**

1. <https://promcold.md/stroitelstvo-xolodilnikov-dlya-fruktov/>
2. СНиП 2.11.02-87 "Холодильники".
3. Пособие по проектированию зданий холодильников. ЦНИИпромзданий, Гипрохолод., М., 1988.
4. ELCUT: Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Версия 5.8. Руководство пользователя. – СПб. : Производственный кооператив ТОР, 2010. – 345 с