

## 1. ПОСЛЕУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА И ЗАКЛАДКА КАРТОФЕЛЯ НА ХРАНЕНИЕ

Послеуборочный этап производства картофеля неразрывно связан с уборкой. Для сохранения качества и товарного вида клубней до момента реализации требуется их бережная транспортировка с поля в хранилище, щадящая обработка и закладка на хранение, соблюдение оптимальных условий хранения.

### *1.1. Основные агротехнические требования к исходному качеству клубней*

Целью послеуборочной обработки убранного с полей вороха является получение товарных клубней такого качества, которое обеспечит их хранение в течение нескольких месяцев и облегчит предреализационную подготовку. Закладываемые на хранение клубни должны отвечать следующим требованиям:

- продовольственный картофель разделяют по наибольшему поперечному диаметру (ширине) на 2 фракции: до 40 мм и более 40 мм, семенной – на 3 фракции: до 30-35 мм, 35-70 мм и более 70 мм;
- во фракциях отсортированного картофеля примесь клубней смежных фракций не должна превышать по массе 10%, примесь свободной почвы, комков, камней и растительных остатков для крупной и средней фракций не допускается, для мелкой — не более 5%;
- механические повреждения клубней при сортировании биологически зрелого картофеля при температуре не ниже +8°C не должны превышать 5% (по массе); содержание клубней с механическими повреждениями мякоти глубиной более 5 и длиной более 10 мм (порезы, трещины) не должно быть более 5, с обдиром кожуры до ½ поверхности — более 10-12%;
- содержание нестандартных клубней в отсортированном картофеле не должно превышать (по массе): с наростами и позеленевшей поверхностью — 0,25-2%, увядших — 5%, с покрытой паршой более ¼ площади поверхности — 2%;
- при погрузочных операциях количество повреждённых клубней не должно превышать 2% (по массе) от исходного материала;
- суммарное содержание клубней, поражённых фитофторозом, удущьем, сухими гнилями (фомоз, фузариоз), не должно превышать 2,5-3%;
- содержание клубней, поражённых мокрой, кольцевой, пуговичной и другими бактериальными гнилями, не допускается;
- не допускается наличие соломы, ботвы и других растительных остатков, подмороженных и раздавленных клубней;
- при использовании прямоточной технологии загрузки клубней в хранилище доля почвенных примесей (в основном, в виде соразмерных комков) не должна превышать 2% (по массе) от исходного материала;

– при формировании насыпи клубней в хранилище в ней не должны образовываться почвенные столбы;

– высота падения клубней на перепадах с одного агрегата на другой, в том числе при разгрузке транспортных средств в приёмный бункер линий и при заполнении контейнеров, не должна превышать 0,3 м.

Соответствие указанным требованиям во многом зависит от технологий выращивания, послеуборочной обработки и закладки клубней на хранение.

### 1.2. Технологии послеуборочной обработки и закладки картофеля на хранение

Технология послеуборочной обработки клубней выбирается в зависимости от места хранения, времени реализации и назначения картофеля.

Существуют три основных типа технологии — *поточная, перевалочная и прямоточная*, каждая из которых должна стыковаться с применяемыми способами уборки (табл. 1.1).

Таблица 1.1. Характеристика технологий закладки на хранение

Показатель	технология		
	поточная	перевалочная	прямоточная
Схема операций	Поле→сортирование→калибрование→закладка на хранение	Поле→временное хранение→сортирование→закладка на хранение	Поле→закладка на хранение
Количество механических повреждений, %	До 60	До 30	До 20
Допустимая засорённость	1. Почва, более 15-20%. 2. Растительные остатки	Почва, растительные остатки	1.Почва (в виде комков), не более 15-20%.
Общие потери за 8 месяцев хранения, %	До 30	До 20	До 10
Средние отходы при очистке клубней, %	26-28	20-22	13-15
Условия применения	1. Осенняя реализация. 2. Кратковременное хранение. 3. Полное вызревание клубней, наличие окрепшей кожуры, отсутствие поражений болезнями. 4. Тёплая сухая погода.	1. Сильное поражение фитофторозом, удущьем, бактериальными гнилями. 2. Холодная и дождливая погода (относительная)	1. Отсутствие осенней реализации. 2. Хранение в местах выращивания. 3. Постоянное перемещение стрелы

		влажность почвы выше 22%).	загрузчика хранилища.
--	--	----------------------------	-----------------------

В условиях России во многих регионах клубни к уборке не успевают полностью вызреть, имеют неокрепшую кожуру, часто подвержены удушью. Уборку часто проводят при неблагоприятных условиях (дождливая и холодная погода при температуре 2-3°C), тогда как температурный минимум не должен быть ниже 8-10°C. Холодные и увлажнённые клубни имеют повышенный тургор, в связи с чем сильно повреждается мякоть и кожура рабочими органами уборочных машин и машин по послеуборочной обработке урожая.

При низком исходном качестве клубней (сильное поражение фитофторозом, удушьем, бактериальными гнилями) следует применять *перевалочную* технологию, когда убранные клубни перед загрузкой в хранилище выдерживают в течение 2-3 недель на крытых площадках (временное хранение).

Таким образом, они проходят лечебный период: кожура становится более прочной, клубни меньше повреждаются при дальнейшей обработке и можно отобрать поражённые экземпляры, тем самым снизив отходы при хранении.

После этого клубни при необходимости калибруют и закладывают на постоянное хранение, т.е. дорабатывают по поточной или прямоточной технологии. Также применение перевалочной технологии обязательно при уборке в холодную и дождливую погоду, особенно комбайнами на тяжелосуглинистых почвах.

*Поточная* технология, при которой хранение происходит в основном в городах (в местах реализации), для условий России малоприменяема. Клубни, не прошедшие лечебного периода, с неокрепшей мякотью и кожурой, механически повреждаются почти на 90-100%, что затем приводит к значительным потерям — до 50-60% и более. Установлено, что одно лишь осеннее сортирование на пункте увеличивает механические повреждения клубней на 25-30% и в 5-6 раз поражение их болезнями (табл. 1.2). Поэтому поточную технологию можно применять в южных зонах картофелеводства, где картофель к уборке полностью вызревает, стоит сухая тёплая погода и отсутствуют поражение фитофторозом и другими болезнями.

*Таблица 1.2. Влияние срока сортирования на качество картофеля*

Время обработки	Повреждения клубней, %	Отходы при хранении, %	
		всего	В т.ч. убыль массы
В день уборки	30-45	28-32	6-8
Через 5-8 дней после уборки	22-26	13-16	5-6
В основной период хранения или весной	4-6	9-11	5-7

В других зонах поточную технологию применяют лишь в случае необходимости осенней реализации и если картофель не предназначен для длительного хранения.

При использовании *прямоточной* технологии, когда содержание комков почвы превышает 20%, при наличии растительных примесей и остатков ботвы, а также больных клубней их отделение совмещают с загрузкой в хранилище на линии, собираемой из агрегатов передвижного сортировального пункта КСП-15В, КСП-25, модульных комплексов Miedema или других фирм.

Исходное качество картофеля, закладываемого на хранение, определяют клубневым анализом, который проводят перед уборкой, чтобы определить технологию послеуборочной обработки, а также дополнительно в процессе уборки и через 2-3 недели после закладки для оценки лёжкости картофеля и выбора соответственно этому режима и интенсивности вентилирования.

Предварительную оценку лёжкости картофеля можно дополнительно определить, применив метод «пакета», особенно в процессе временного хранения при перевалочной технологии. Для этого равномерно, без выбора, отбирают средние пробы (4×100 шт.) клубней и помещают их в полиэтиленовые пакеты размером 0,4×0,7 м. Пакеты плотно завязывают и хранят при температуре 18-20°C в течение 14-16 суток. По истечении этого срока проводят визуальный учёт клубней здоровых и поражённых различными гнилями. При массовом загнивании (более 5% гниющих клубней) клубни считаются непригодными для хранения и подлежат немедленной реализации.

### *Контрольные вопросы*

1. Назовите основные требования к качеству закладываемых на хранение клубней.
2. Оцените технологии закладки клубней на хранение, их применимость в конкретных условиях согласно индивидуальному заданию.

## 2. ХРАНЕНИЕ КАРТОФЕЛЯ И КОРНЕПЛОДОВ

Выбор технологии хранения определяется многими факторами, среди которых основными являются назначение продукции, сортовые особенности, условия и технологии возделывания, уборки, транспортировки и послеуборочной обработки, исходное состояние перед закладкой на хранение, уровень материально-технической базы предприятия и квалификация обслуживающего персонала.

### 2.1. Основные требования к хранению картофеля

Продолжительность хранения картофеля с минимальными потерями можно спрогнозировать на основании клубневого анализа, проводимого перед уборкой по ГОСТ 7194-81 или ГОСТ Р 51808-2001 (см. раздел 6). В процессе хранения при этом должны соблюдаться следующие требования:

- система активной вентиляции хранилищ должна обеспечивать подачу в массу картофеля не менее 50-70 м<sup>3</sup>/час воздуха на 1 т картофеля;
- расстояние между воздухораспределительными каналами по осям должно быть не более 2 м, ширина вентиляционных щелей в распределительных каналах должна быть в пределах 2-2,5 см;
- для контроля температуры в массе картофеля устанавливают термометры (датчики) из расчёта 1 прибор на 50 т продукции, на глубину 0,5-0,7 м от её поверхности на расстоянии не менее 2 м от стен;
- в помещении хранилища температуру измеряют (с точностью ±0,5°C) у дверей на высоте 0,5 м от пола и в середине центрального проезда (в закромном хранилище) на высоте 1,5 м; в навальном хранилище — на высоте 0,3-0,4 м над насыпью и на расстоянии 5-6 м от стен;
- температуру и относительную влажность воздуха измеряют перед началом вентиляции и спустя 30-40 минут после её выключения и результаты фиксируют в специальном журнале;
- относительная влажность воздуха в хранилище должна быть в пределах 90-95%; её контролируют психрометрами в верхней зоне хранилища;
- естественная убыль картофеля за 8 месяцев хранения (с сентября по апрель) без искусственного охлаждения не должна превышать 6-7%;
- по поверхности насыпи в хранилищах укладывают доски шириной не менее 40 см для прохода обслуживающего персонала при визуальном контроле процесса хранения и контроле температуры.

### 2.2. Основные способы хранения и типы хранилищ

Для длительного хранения картофеля и овощей применяют следующие **способы**:

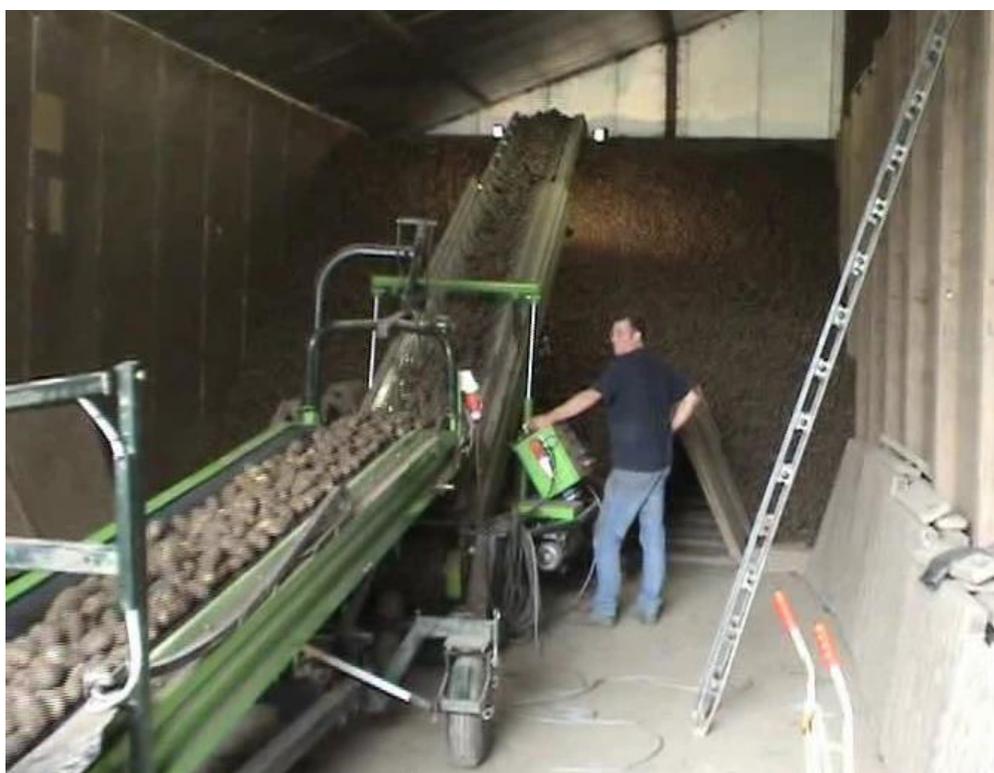
- без использования тары (закромный, навальный);

– с использованием тары (контейнерный, в сетках).

На практике наиболее широко применяют навалный способ — для продовольственных целей и на переработку (рис. 2.1, 2.2), а в семеноводческих хозяйствах — закромный и контейнерный способы.



*Рис. 2.1. Навальный способ хранения свёклы*



*Рис. 2.2. Загрузка картофеля в хранилище навалом*

При использовании *навалного* способа продукция располагается практически по всей площади хранилища или в его изолированных частях (секциях) сплошным слоем (насыпью) высотой от 2 до 5 м.

*Закромный* способ используется, в основном, для хранения партий семян разных сортов и репродукций. В этом случае в хранилищах у боковых стен устраиваются ряды закровов вместимостью 40-60 т, высотой не более 3-4 м. В центральной части оставляют коридор для проезда транспортно-разгрузочных механизмов.

При *контейнерном* способе продукцию хранят в специальных контейнерах. Они устанавливаются штабелями (друг на друга) высотой, в основном, 4-6 ярусов. Контейнерный способ удобен для доставки продукции к месту послеуборочной обработки и/или предреализационной подготовки. Он особенно эффективен, когда контейнеры загружаются непосредственно в поле, и продукция в них же транспортируется и хранится.

Характеристика способов хранения приведена в таблице 2.1.

*Таблица 2.1. Сравнительная характеристика способов хранения*

Показатель	закромный	навалный	контейнерный
Коэффициент использования объёма хранилища	0,18-0,24	0,62-0,65 (сплошным навалом); 0,37-0,49 (в секциях)	0,25-0,30
Затраты труда (относительные) на 1 т	1,0	0,2	0,48
Высота хранения, м	До 3,5-4	До 3,5-4	4-6 (4-6 штабелей)
Целевое назначение продукции	Семенное, продовольственное	Продовольственное	Семенное, продовольственное
Преимущества	1. Раздельное размещение партий по сортам, фракциям, репродукциям. 2. Лучшая сохраняемость.	1. Наибольшее использование помещения. 2. Удобство загрузки и выгрузки. 3. Низкая удельная стоимость хранения.	1. Высокая технологичность. 2. Раздельное хранение по сортам, фракциям, репродукциям. 3. Отсутствие нежелательных перевалок. 4. Меньшее повреждение клубней и распространение болезней.
Недостатки	1. Неудобная загрузка и выгрузка. 2. Образование почвенных	1. Сложно хранить разные сорта и партии. 2. Затруднено равномерное	1. Затраты на контейнеры. 2. Высокая трудоёмкость. 3. Необходимость в специальной технике. 4. Меньший полезный

	столбов.	охлаждение по высоте.	объём хранения.
--	----------	--------------------------	-----------------

**Классификация хранилищ.** Все существующие хранилища делят на 2 группы – *постоянные или стационарные* (здания) и *временные* (рис. 2.3).

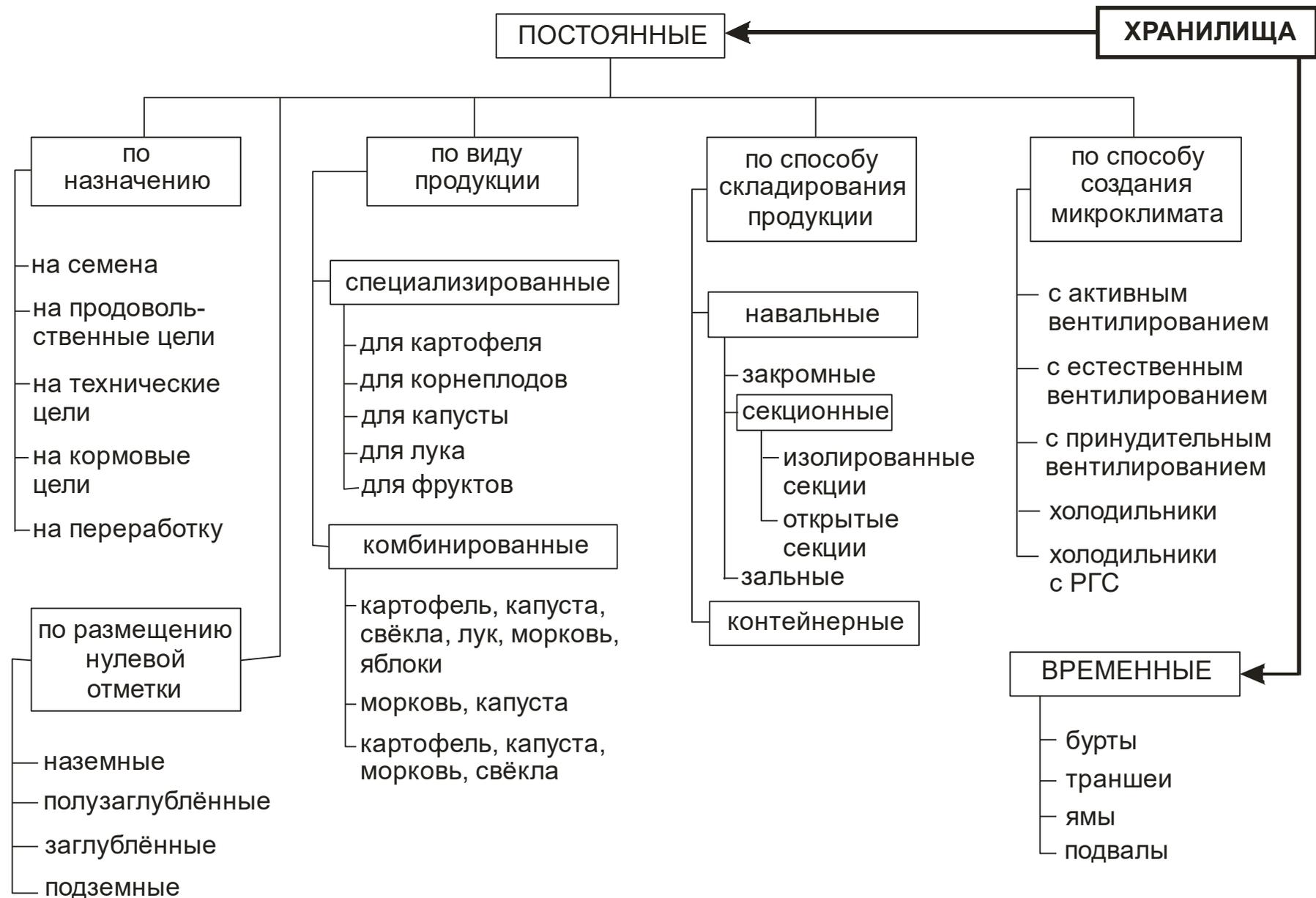


Рис. 2.3. Классификация хранилищ для картофеля, овощей, плодов

Здания для хранения картофеля и корнеплодов в соответствии с нормами технологического проектирования НТП-АПК 1.10.12.001-02 классифицируют по следующим основным технологическим признакам:

- назначению;
- виду продукции;
- способу складирования продукции;
- способу создания микроклимата;
- отношению к нулевой отметке.

В большинстве случаев овощехранилища проектируют в виде прямоугольных в плане зданий, в которых делают не менее двух входов или въездов. Для сквозного проезда автомобилей и сквозного проветривания их устраивают в торцевых стенах по продольным осям зданий. В хранилищах вместимостью менее 1000 т может быть один въезд. В районах с расчётной зимней температурой  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже въезды ограждают тамбурами.

В *семенных* хранилищах хранят только семена или маточники, в *продовольственных* – продукцию для реализации. Картофель, предназначенный для производства картофелепродуктов, также хранится в специальных хранилищах с соответствующим микроклиматом.

В *специализированных* хранилищах, как правило, хранится одновидовая продукция — только картофель, только корнеплоды, капуста, лук и т.д., в *комбинированных* — несколько видов продукции. Все комбинированные хранилища, как правило, секционные, с изолированными секциями. В них известны следующие сочетания продукции (%): картофель — 46, капуста — 23, свёкла, лук, морковь — по 5, яблоки — 13; морковь — 33, капуста — 67; картофель — 46, капуста — 23, морковь — 15, свёкла — 16.

По отношению к нулевой отметке наиболее распространёнными среди хранилищ предыдущего поколения были *полузаглублённые* (более 50% зданий), у которых расстояние от пола до планировочной (нулевой) отметки не превышает половины высоты стены (рис. 2.4).

В таких хранилищах обеспечивается наиболее ровная температура и достаточно устойчивый климатический режим зимой и в тёплое время года. Отопление в таких хранилищах требуется только в холодных районах страны.

Также массовое распространение в РФ (в южных районах) и за рубежом получили *наземные* хранилища, у которых отметка пола превышает планировочную отметку земли на 0,15-0,2 м. Они имеют удобную транспортную связь внутреннего объёма здания с внешней средой, а также возможность возводить их на основаниях с высоким уровнем грунтовых вод.



Рис. 2.4. Полузаглублённое хранилище XIX века

Примеры заглублённых хранилищ единичны. Такие здания строили преимущественно в зонах с расчётной зимней температурой наружного воздуха  $-40^{\circ}\text{C}$  и ниже. Заглублённые хранилища обладают теми же преимуществами, что и полузаглублённые.

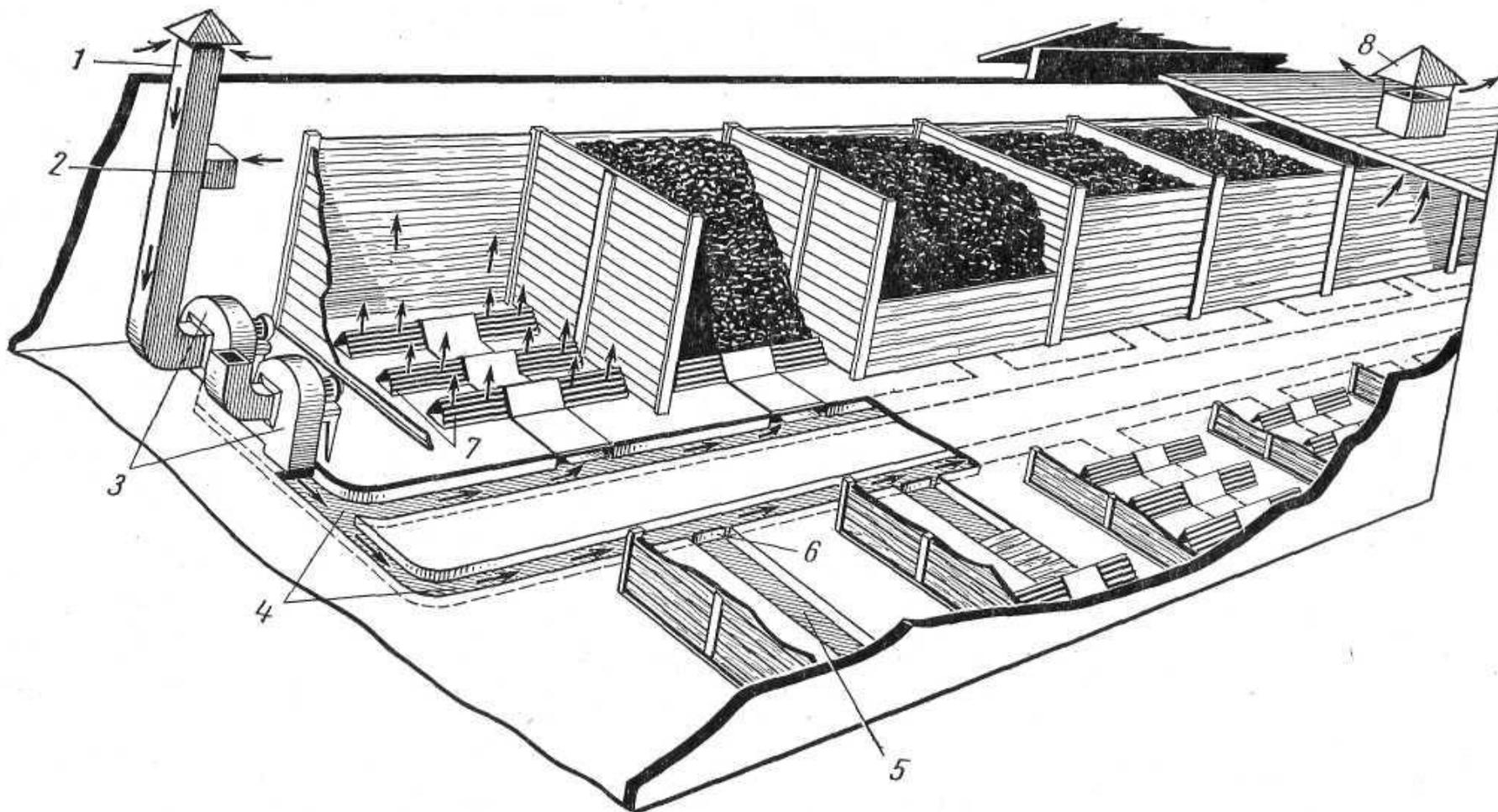
По способу складирования (размещения) продукции в подавляющем большинстве картофелепроизводящие хозяйства РФ имеют навалёные хранилища закроного и зального типов и в значительно меньшем количестве — контейнерные. В навалёных хранилищах продукция хранится, как правило, россыпью в едином массиве (зальный тип), а также в секциях или закромах.

*Закромные* хранилища в основном строились до 1978-1980 г. общей вместимостью до 1000 т; вместимость закрома составляет 60-100 т. Закрома представляют собой отдельные отсеки хранилища, не изолированные друг от друга выше высоты насыпи. Такие хранилища используют в семеноводческих хозяйствах для хранения семенного картофеля (рис. 2.5). Они имеют два или более рядов закромов, разделённых коридором.

Вместимость хранилищ *зального* типа составляет, как правило, 1000 и 2000 т, реже 3000 т (рис. 2.6, 2.7). В них всё помещение хранилища занято продукцией в едином массиве.

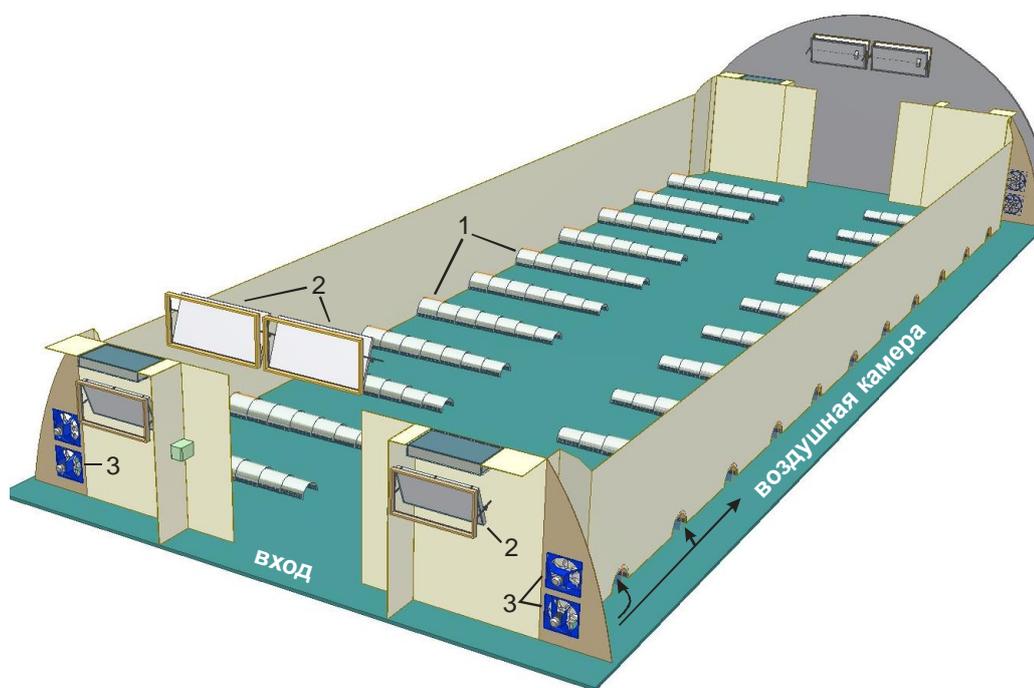
В последнее время проводится их реконструкция в направлении создания изолированных секций.

*Секционные* хранилища с изолированными секциями в полной мере отвечают требованиям длительного хранения. Они имеют от 2 до 10 секций вместимостью от 100-200 до 400-800 т (рис. 2.8).



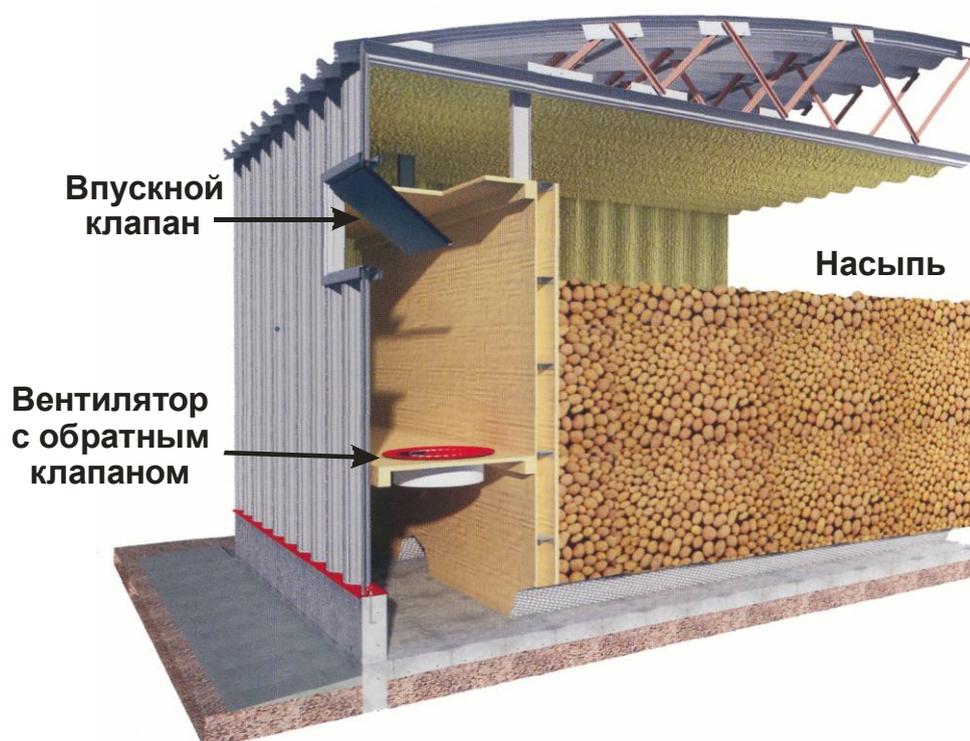
*Рис. 2.5. Закромное хранилище с активной вентиляцией*

1 – приточная шахта (для забора наружного воздуха); 2 – смесительная камера; 3 – вентилятор; 4 – магистральный воздуховодный канал; 5 – распределительный канал; 6 – заслонка распределительного канала; 7 – шатровые распределители; 8 – вытяжная шахта



*Рис. 2.6. Хранилище зального типа с активным вентилированием*

1 – напольные воздуховодные каналы; 2 – люк с жалюзи (впускной клапан); 3 – вентилятор.



*Рис. 2.7. Бескаркасное навалное хранилище (разрез)*



*Рис. 2.8. Общий вид хранилища с изолированными секциями*

В перспективе хранилища зального и закромного типов целесообразно реконструировать в секционные. Неизолированные секции имеют вместимость около 1000 т; в таких хранилищах нельзя создать индивидуальные условия хранения каждой секции.

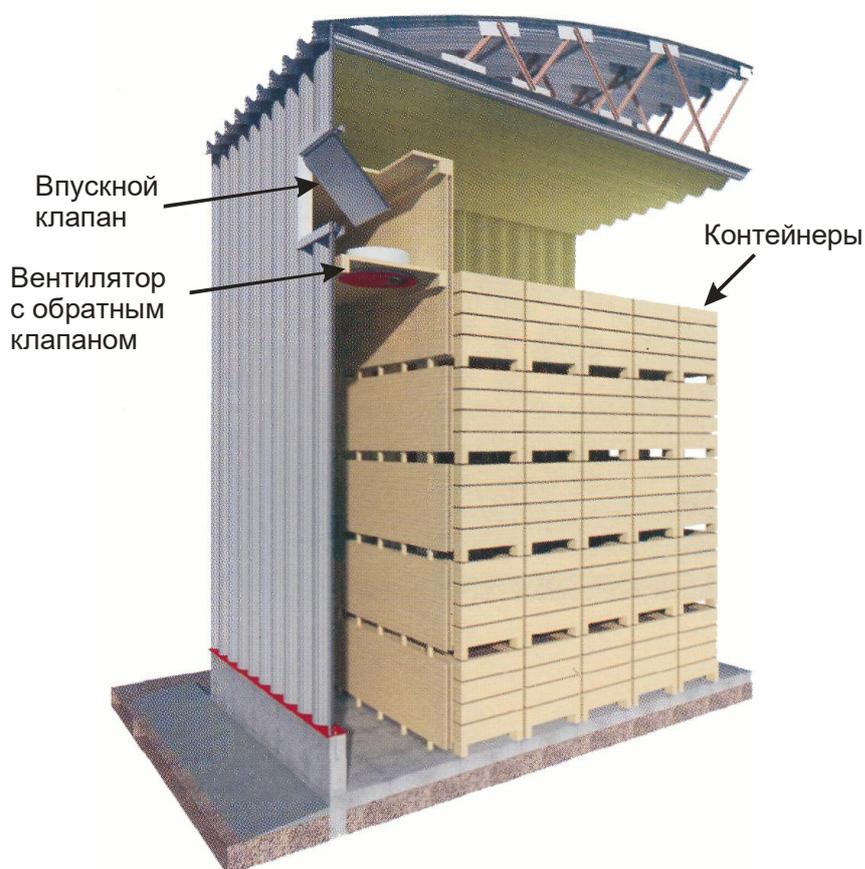
В *контейнерных* хранилищах картофель хранят в контейнерах (рис. 2.9) вместимостью 450-500 кг (Россия) и 500-1000 кг и более (Западная Европа), а также в сетках (при кратковременном хранении) по 25-40 кг с укладкой их на поддоны или навалом.



*Рис. 2.9. Контейнер для хранения картофеля и овощей  
(размеры 1650×1200×1025 мм)*

Изготавливают контейнеры из обрезной деревянной доски. Существуют также пластиковые контейнеры и складные металлические (применялись в СССР). В Европейских странах широко применяют неразборные жёсткие деревянные т.н. евроконтейнеры со сплошными стенками и решётчатым дном вместимостью более 1 т. При соответствующем уходе за такими евроконтейнерами (мойка и антисептическая обработка) срок их службы может достигать 25-30 лет. В этом случае общая стоимость контейнерного хранения вполне сопоставима с навалным.

При использовании контейнеров их устанавливают в штабеля высотой в 4-6 ярусов с проходами между ними (рис. 2.10).



*Рис. 2.10. Бескаркасное контейнерное хранилище (разрез)*

Для загрузки контейнеров продукцией, их перевозки и погрузки в хранилища применяют специальные машины (рис. 2.11, 2.12).



*Рис. 2.11. Машина для загрузки контейнеров*



*Рис. 2.12. Машина для перевозки и укладки контейнеров*

Сравнительная характеристика хранилищ по способу размещения продукции приведена в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Оценка типов хранилищ

Тип хранилища	Достоинства	Недостатки
Зальный	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наиболее дешёвая удельная стоимость (на 1 т продукции).</li> <li>2. Удобство механизированной загрузки и выгрузки.</li> <li>3. Высокий коэффициент использования хранилища.</li> <li>4. Меньшие потери продукции.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сложность размещения по сортам.</li> <li>2. Одинаковый режим хранения для разных сортов разного целевого назначения.</li> <li>3. Сложность предупреждения прорастания клубней весной.</li> </ol>
Секционный	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дифференцирование режимов хранения по назначению и сортам продукции в каждой секции.</li> <li>2. Возможность накопления холода в секциях.</li> <li>3. Возможность предупреждения прорастания клубней весной.</li> <li>4. Высокий коэффициент использования хранилища.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ограничена номенклатура сортов.</li> <li>2. Загрузка и выгрузка производится в определённом порядке.</li> <li>3. Стены секций должны быть более прочными.</li> </ol>
Закромный	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможность хранения небольших партий.</li> <li>2. Одновременное хранение разных сортов и репродукций в одном хранилище.</li> <li>3. Возможность реконструкции в секционные и зальные.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Низкий коэффициент использования хранилища.</li> <li>2. Неудобство загрузки и выгрузки продукции.</li> <li>3. Усложнение конструкции хранилища, повышенная материалоемкость.</li> <li>4. Одинаковый режим хранения для разных сортов разного целевого назначения.</li> <li>5. Сложность предупреждения прорастания клубней весной.</li> </ol>
Контейнерный	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможность перемещения контейнера в любую точку хранилища.</li> <li>2. Одновременное хранение разных сортов и репродукций в одном хранилище.</li> <li>3. Высокая степень механизации.</li> <li>4. Меньшее распространение болезней, лучшая лёжка.</li> <li>5. Минимальные затраты ручного труда.</li> <li>6. Более простая вентиляция.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая сметная стоимость на 1 т продукции.</li> <li>2. Необходимость в специальной технике.</li> <li>3. Необходимо высокое исходное качество клубней.</li> <li>4. Необходима периодическая замена, очистка, дезинфекция контейнеров.</li> <li>5. Принудительная (общеобменная) вентиляция.</li> </ol>



Вентиляция в хранилищах может быть естественная, принудительная и активная.

В хранилищах с *естественной вентиляцией* движение воздуха осуществляется через отверстия в продольных стенах здания и потолке за счёт разности температуры в насыпи картофеля и наружного воздуха. С увеличением этой разности действие естественной вентиляции усиливается. Установлено, что при разнице температур  $8^{\circ}\text{C}$  обеспечивается 20-кратный воздухообмен насыпи картофеля в 1 ч. При снижении разницы до  $4^{\circ}\text{C}$  интенсивность вентиляции сокращается почти в 3,5 раза, при падении разницы ниже  $4^{\circ}\text{C}$  воздухообмена насыпи не происходит. Высота насыпи продукции в таких хранилищах не должна превышать 1,5-2 м.

Воздухообмен при механической вентиляции осуществляется при помощи системы механизмов: вентиляторов, электродвигателей, сети распределительных воздухопроводящих каналов. Механическая вентиляция может быть *принудительной* и *активной*. В первом случае осуществляется вентиляция помещения хранилища, во втором — вентиляция насыпи картофеля, находящегося в хранилище.

*Принудительная вентиляция* может быть приточной, когда воздух нагнетается в помещение хранилища, обтекает картофель, находящийся в закромах, контейнерах, ящиках, и удаляется через вытяжную шахту, или вытяжной, при которой воздух при помощи вентилятора отсасывается из хранилища. Иногда применяется комбинированная принудительная вентиляция. В этом случае нагнетание воздуха в хранилище и вытяжка из него осуществляются при помощи вентиляторов. При всех разновидностях принудительной вентиляции картофель охлаждается только с поверхности.

*Активная вентиляция* применяется для картофеля, хранящегося навалом или в контейнерах. В первом случае воздух в него подаётся снизу, во втором — сверху. Система активной вентиляции может включать нагнетательные и вытяжные вентиляторы, вентиляционные каналы, смесительные камеры, воздухопроводы с шиберами и заслонками, окна, калориферы, увлажнители, систему управления.

Для распределения воздуха в насыпи картофеля используют два типа вентиляционных каналов: напольные и подпольные. В первом случае каналы (воздуховоды) располагаются на ровном полу хранилища, выполняются из дерева (толстой фанеры) с поперечным сечением треугольной формы (рис. 2.13) со стороной 50-60 см, или из перфорированной оцинкованной (нержавеющей) стали толщиной 1-1,5 мм с полукруглым арочным сечением (рис. 2.14).



*Рис. 2.13. Деревянные напольные вентканалы (короба)*



*Рис. 2.14. Металлические напольные вентканалы*

При подпольной системе каналы располагаются ниже уровня пола (рис 2.15), а сверху закрываются решёткой (рис. 2.16).



*Рис. 2.15. Вентиляционная камера с подпольным вентилированием*



Рис. 2.16. Решетка над подпольными вентканалами

Обе системы имеют преимущества и недостатки (табл. 2.3).

Таблица 2.3. Сравнительная характеристика напольного и подпольного способов вентилирования

Способ вентилирования	Достоинства	Недостатки
Напольный	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Небольшие капиталовложения и затраты на установку.</li> <li>2. Гибкость в применении.</li> <li>3. Простота монтажа, разборки и очистки от мусора.</li> <li>4. Высокая эффективность.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Более высокая трудоёмкость загрузки и выгрузки продукции.</li> <li>2. Сокращение полезной площади хранения.</li> <li>3. Риск повреждения воздухопроводов при загрузке и выгрузке.</li> </ol>
Подпольный	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптимальное распределение воздуха.</li> <li>2. Меньшая продолжительность вентилирования.</li> <li>3. Удобная загрузка и выгрузка продукции.</li> <li>4. Долговечность.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокая стоимость.</li> <li>2. Трудоёмкость обслуживания.</li> <li>3. Сложная очистка каналов от мусора.</li> </ol>

Режимы хранения картофеля и овощей в условиях активного вентилирования приведены в приложении 1.

Холодильники (охлаждаемые хранилища) в отличие от хранилищ, в которых рекомендуется максимально использовать естественный холод, оборудуют техническими устройствами искусственного охлаждения, а

при хранении овощей и фруктов в *регулируемой газовой среде (РГС)* — герметичными камерами и специальными установками для поддержания газовой среды.

Хранение в холодильниках является наиболее распространенным способом хранения плодов и овощей. Длительность хранения определяется целым рядом факторов, начиная от влияния почвенно-климатических условий возделывания культур, сортовых особенностей, рационального использования удобрений, агротехники, орошения, системы защиты от вредителей, болезней и сорняков, сроков и способов уборки, товарной обработки и, конечно же, способов и условий хранения. Плоды и овощи, предназначенные для длительного хранения, должны быть здоровыми и не иметь механических повреждений.

Все биохимические процессы во фруктах и овощах зависят от температуры. При высокой температуре происходит ускоренный обмен веществ, потеря влаги, витаминов, органических веществ. Зависимость обмена веществ от температуры обозначается числом Ван Хоффа. Например, для моркови и капусты это число находится между 2 и 3, т.е. при повышении температуры на 10°C интенсивность дыхания удваивается или утраивается.

Проще говоря, овощи начинают быстрее «стареть» и приходят в негодность. Поэтому крайне важно как можно быстрее охладить продукцию, предназначенную для закладки на длительное хранение.

После уборки плодов и помещения их в холодильник самыми важными процессами, обеспечивающими длительное хранение, являются дыхание и транспирация. Поэтому для оптимального хранения плодов и овощей необходимо создание и поддержание оптимального температурно-влажностного режима, оптимальной концентрации кислорода и углекислого газа, удаление этилена. Оптимальные параметры температуры и влажности для обычных холодильников для основных видов культур приведены в таблице 2.4.

Чтобы существенно уменьшить естественную убыль массы плодоовощной продукции и максимально продлить срок хранения, необходимо как можно быстрее охладить продукцию после сбора урожая и поддерживать оптимальные параметры хранения. Это достигается в холодильниках с *регулируемой газовой средой (РГС)*.

Низкое содержание кислорода позволяет резко снизить интенсивность дыхания плодов, что способствует более длительному и качественному их хранению. Для различных культур и сортов минимально допустимая концентрация кислорода может быть определена методом его снижения до момента образования этанола.

Если процесс образования этанола будет определен в самой ранней стадии, то его можно остановить при помощи повышения концентрации кислорода на десятые доли процента, таким образом, определяется минимально допустимая концентрация кислорода для данного сорта.

Таблица 2.4. Период хранения фруктов и овощей в зависимости от температуры и влажности воздуха

Продукция	Температура, °С	Влажность, %	Период хранения
Яблоки	-1+4	90-95	1-8 месяцев
Баклажаны	8-12	90-95	1-2 недели
Брокколи	0-1	95-100	1-2 недели
Вишня	-1+2	90-95	3-7 дней
Земляника	0	90-95	5-7 дней
Капуста	0-1	95-100	3-7 месяцев
Морковь	0-1	95-100	4-8 месяцев
Цветная капуста	0-1	95-100	2-4 недели
Сельдерей	0-1	95-100	1-3 месяца
Слива	-1+2	90-95	1- 8 недель
Смородина	-0,5 -0	90-95	7-28 дней
Огурцы	8-11	90-95	1-2 недели
Чеснок	0	70	6-8 месяцев
Виноград	-1-0	90-95	4-6 месяцев
Дыни	4-15	85-90	1-3 недели
Лук	-1-0	70-80	6-8 месяцев
Груши	-1+3	90-95	1-6 месяцев
Картофель (молодой)	4-5	90-95	3-8 недель
Картофель	4-5	90-95	4-8 месяцев
Малина	-0,5 -0	90-95	2-3 дня
Перец	7-10	90-95	1-3 недели
Персик	-1+2	90	2-6 недель
Черешня	-1+2	90-95	2-3 недели

Основным условием поддержания оптимально низкой концентрации кислорода является герметически закрывающаяся камера. Другим важным компонентом атмосферы, влияющим на хранение плодоовощной продукции, является углекислый газ, который выделяется плодами в результате дыхания и в повышенных концентрациях тормозит этот процесс. Если поместить фрукты или овощи в герметичное помещение, то концентрация в атмосфере кислорода (21%) будет в процессе дыхания снижаться, а углекислого газа возрастать. Очень высокая концентрация CO<sub>2</sub> приводит к гибели продукции в результате превращения сахаров в этанол. Для большинства фруктов и овощей оптимальная концентрация углекислого газа составляет от 0,5% до 5%. Избыточное содержание CO<sub>2</sub> в камерах холодильников с РГС удаляется с помощью углекислотных адсорберов. Быстрое достижение оптимальной концентрации кислорода достигается при помощи продувки камер азотом.

В настоящее время разработаны эффективные способы создания и поддержания концентрации регулируемой атмосферы при помощи автоматической компьютерной газоаналитической системы управления.

В последние годы также получают всё большее распространение сравнительно недорогие хранилища на основе утеплённых быстровозводимых безопорных арочных металлоконструкций (*ангары*). Преимуществами таких хранилищ является сокращение трудовых затрат на строительство более чем в 2 раза и сроков строительства в 3-5 раз (рис. 2.17, 2.18).



*Рис. 2.17. Хранилище-ангар из металлоконструкций*



*Рис. 2.18. Общий вид хранилища из металлоконструкций*

Такие хранилища могут быть возведены любых размеров по индивидуальному проекту с учётом условий конкретного предприятия.

Представленные типы постоянных хранилищ применяются в зависимости от условий производства и назначения продукции. В целом, постоянные хранилища выгоднее и удобнее временных, обладают рядом преимуществ, обеспечивая:

- возможность постоянного контроля качества заложенной на хранение продукции;
- возможность регулирования режимов хранения;
- более продолжительные сроки хранения;
- лучшую сохранность продукции;
- возможность обработки продукции, подготовки её к реализации в течение всего периода хранения;
- возможность совмещения нескольких способов хранения в одном помещении хранилища (например, навалного и контейнерного);
- более благоприятные условия работы персонала.

Для небольших фермерских хозяйств представляют интерес хранилища с чердачным помещением, где можно хранить зерно, сено и другие материалы, защищающие потолок от выпадения конденсата. В ЛПХ с малым объёмом производства картофеля для его хранения подходят погреба и подвалы в гаражах с хранением в ящиках или в сетках по 25–30 кг.

Планировочные решения типовых хранилищ на 1000 т продукции представлены в приложении 2, схемы основных типов картофелехранилищ – в приложении 3.

### *2.3. Определение вместимости постоянных хранилищ*

Основой всех расчётов при определении необходимой ёмкости для хранения картофеля, овощей и плодов является средняя масса продукции в 1 м<sup>3</sup>. При хранении продукции навалом эта величина равна плотности, или насыпной массе, продукции (табл. 2.5), а при хранении в контейнерах меньше на объём, занимаемый тарой (табл. 2.6).

Для определения вместимости хранилища (секции) вначале необходимо определить его грузовой объём, т.е. объём, занимаемый продукцией ( $V_{Г}$ , м<sup>3</sup>), по формуле:

$$V_{Г} = S_{Г} \cdot H_{Г},$$

где  $S_{Г}$  – грузовая площадь, м<sup>2</sup>;

$H_{Г}$  – высота насыпи (для контейнеров — расстояние от пола до верха штабеля),

м.

*Грузовая площадь* — это площадь, на которой непосредственно размещена продукция. При хранении навалом она равна площади помещений для хранения (полезной площади хранилища). Её определяют, установив по типовому проекту длину и ширину помещения. При хранении в закромах грузовую площадь определяют, умножив площадь одного закрома на их количество, в секциях — площадь секции на их количество.

*Таблица. 2.5. Особенности размещения продукции в стационарных хранилищах с активным вентилированием в местах производства*

Продукция	Назначение	Способ хранения	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Наибольшая высота насыпи, м	Максимальная вместимость помещения хранения, т	Максимальная вместимость хранилища, т
Картофель	П	Навал	645	5	1000	1000
	П	Закром	645	3-4	80-110	1000
	С	Навал	650	3	500	500
	С	Закром	650	2-3	50-80	500
	Ф	Закром	655	4	100	1000
Свёкла	П	Навал	600	5	1000	1000
	М	Навал	600	3,6	1000	1000
Морковь	П	Навал	560	2,8	1000	1000
	М	Навал	560	2,8	1000	1000
Капуста	П	Навал	400	3,6	750	750
	П	Закром	400	2-2,5	35-40	750
Лук-репка	П	Навал	560	3,6	250	250
	П	Закром	560	2-2,5	18	250

Примечание. П – продовольственное, С – семенное, Ф – фуражное, М – маточники.

*Таблица 2.6. Плотность и высота насыпи при хранении в контейнерах*

Вид продукции	Размеры контейнера, м	Объём контейнера, м <sup>3</sup>	Плотность (насыпная масса), кг/м <sup>3</sup>	Максимальная высота насыпи, м
Картофель	0,9×0,9×0,9 0,8×0,8×0,9	0,7 0,5	500	5,5
Капуста белокочанная			300	5,5
Свёкла			460	5,0
Морковь			360	5,0
Лук-репка			380	5,0

Зная грузовой объём и плотность продукции, определяют вместимость хранилища ( $M_{\text{п}}$ , т) по формуле:

$$M_{\text{п}} = V_{\text{г}} \cdot \rho,$$

где  $\rho$  – плотность (насыпная масса) продукции, кг/м<sup>3</sup>.

#### 2.4. Определение количества временных хранилищ и площади для их размещения

К временным хранилищам относятся бурты и траншеи.

*Бурты* представляют собой наземные или слегка заглублённые вытянутые в длину кучи картофеля или овощей, покрытые для защиты от дождя и промерзания утепляющими материалами (соломой, торфом, опилками) и присыпанные слоем земли (рис. 2.19).

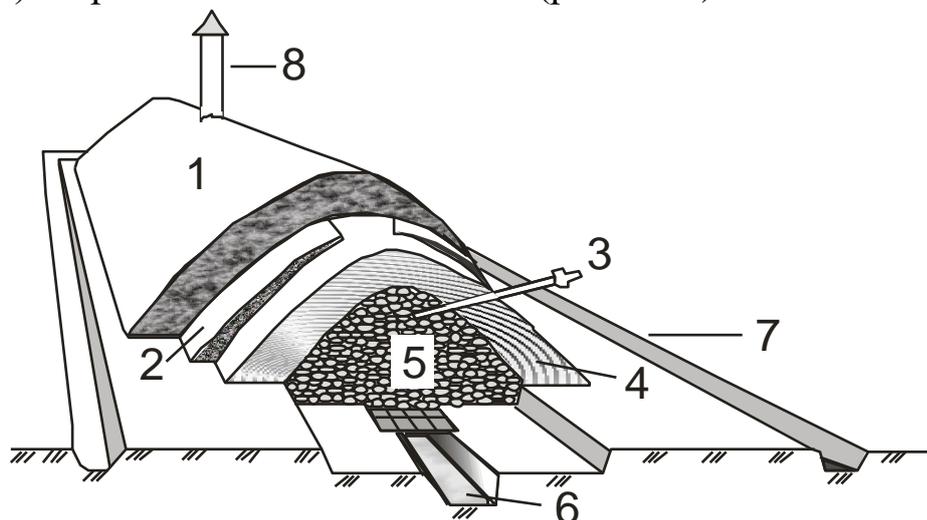


Рис. 2.19. Схема бурта с приточно-вытяжной вентиляцией

- 1 – окончательное укрытие землёй; 2 – первое укрытие землёй (зачернение);  
3 – трубка с термометром; 4 – солома; 5 – картофель; 6 – вентиляционный канал;  
7 – канава для стока воды; 8 – вентиляционный короб

*Траншеи* — земляные углубления в виде узких и длинных канав с отвесными или немного пологими стенками, загружаемые картофелем или овощами, укрытые аналогично буртам (рис. 2.20).

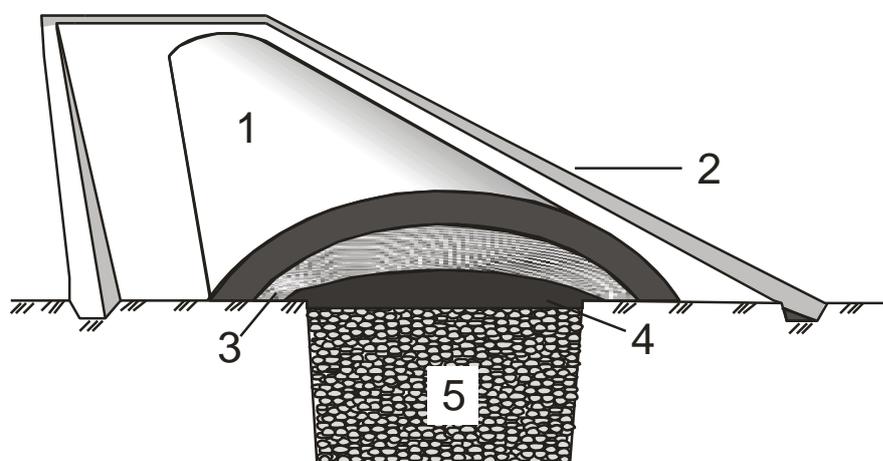


Рис. 2.20. Поперечный разрез траншеи

- 1 – окончательное укрытие землѐй; 2 – канава для стока воды; 3 – солома;  
4 – первое укрытие землѐй; 5 – корнеплоды

В буртах в основном хранят кормовой картофель, капусту, свѐклу, брюкву, в траншеях — морковь, репу, редьку, маточники корнеплодов.

При определении количества буртов или траншей, необходимой общей земельной площади для их устройства, объѐма земляных работ, количества соломы для укрытия, пользуются следующей методикой.

Вначале необходимо выбрать целесообразный тип хранилища (бурт с заглублением или без заглубления, или траншею) в зависимости от вида и назначения продукции, после чего выполнить следующие расчѐты.

1. Объѐм буртов без заглубления в грунт рассчитывают по формуле

$$V_B = Ш \cdot Д \cdot 0,5H, (1)$$

где: Ш – ширина бурта по основанию, м;

Д – длина бурта, м;

Н – высота насыпи продукции, м.

При расчѐтах величину длины уменьшают на 1 м (на концы бурта). Высота насыпи продукции в бурте определяется исходя из его ширины и угла естественного откоса 45°.

2. Объѐм буртов с заглублением в грунт определяют по формуле

$$V_{БЗ} = (Ш \cdot Д \cdot 0,5H) + (Ш \cdot Д \cdot З), (2)$$

где: З – заглубление, м.

3. Объѐм траншеи равен произведению её длины, ширины и глубины.  
4. Ёмкость бурта или траншеи (по вместимости продукции) определяется умножением величины их объѐма на величину плотности продукции данного вида.  
5. Количество буртов (траншей) определяется отношением массы партии к вместимости одного бурта (траншеи).  
6. Количество соломы (кг) для укрытия бурта можно ориентировочно определить по формуле

$$M_C = \frac{\pi}{2} (Ш_1^2 - Ш_2^2) \cdot Д \cdot \rho, (3)$$

где: Ш<sub>1</sub> – сумма половины ширины основания насыпи продукции и толщины слоя соломы (условно принимается одинаковым по гребню и у основания), м;

Ш<sub>2</sub> – половина ширины основания насыпи продукции, м;

ρ – плотность соломы, кг/м<sup>3</sup> (ориентировочно составляет 25-30 кг/м<sup>3</sup> для

озимых ржи и пшеницы и 30-35 для яровых).  
 Пояснения к обозначениям — на рисунке 2.21.

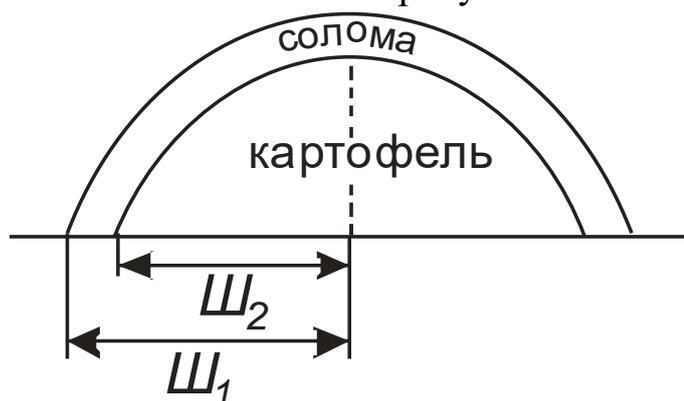


Рис. 2.21. Схема обозначений при укрытии буртов

7. Количество соломы (кг) для укрытия траншеи ориентировочно можно определить по формуле

$$M_c = \frac{\pi}{2} (Ш_2 \cdot H_2 - Ш_1 \cdot H_1) \cdot Д \cdot \rho, \quad (4)$$

где:  $Ш_1$  – сумма половины ширины траншеи (+ 20 см) и толщины слоя соломы (условно принимается одинаковым по гребню и у основания), м;  
 $Ш_2$  – половина ширины траншеи + 20 см, м;  
 $H_1$  – сумма высоты слоя первого укрытия траншеи землёй (принимать равным 15-20 см) и толщины слоя соломы (условно принимается одинаковым по гребню и у основания), м;  
 $H_2$  – высота слоя первого укрытия землёй (принимать равным 15-20 см), м.  
 Остальные обозначения аналогично формуле 3.

Пояснения к обозначениям — на рисунке 2.22.

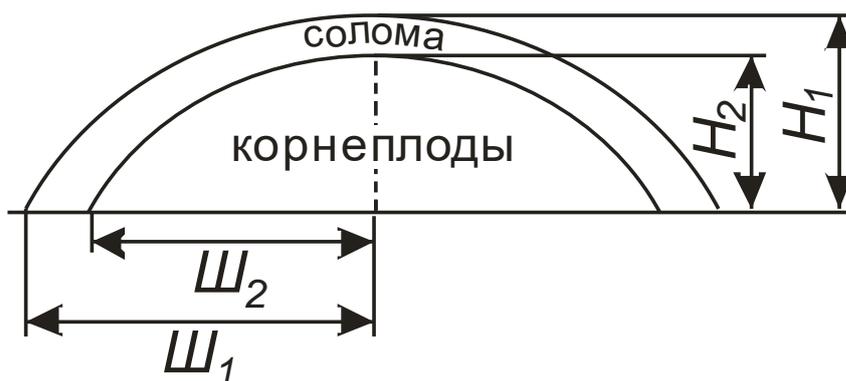


Рис. 2.22. Схема обозначений при укрытии траншей

8. Общую площадь, необходимую для полевого хранения, определяют суммой площадей, занятых всеми буртами или траншеями, плюс 350% площади на проезды и дороги (промежутки в 4-6 м).

9. Объём земляных работ устанавливаются для траншей и буртов с заглублением, исходя из их размеров (табл. 2.7).

*Таблица 2.7. Основные параметры буртов и траншей*

Продукция	Ширина, м	Длина, м	Глубина, м	Высота насыпи продукции, м	Толщина слоя, м (по гребню/у основания)	
					соломы	земли
<b>Бурты</b>						
Картофель, корнеплоды	1,5-2,5	10-20	0-0,3	Зависит от ширины бурта	30-40/60	30-50/60
Капуста	1,4-2,0	10-12	0-0,2		20-30/50	30-40/60
<b>Траншеи</b>						
Картофель, корнеплоды	0,8-1,2	10-25	1,0-1,2	Равна глубине траншеи	20-40/50	20-40/50
Капуста	0,8-1,0	10-12	0,8-1,0		15-25/40	20-30/50

Результаты расчётов сводят в таблицу 2.8 (образец для бурта).

*Таблица 2.8. Хранение продукции в буртах*

Вид продукции	Масса партии, т	Количество буртов, шт.	Объём бурта, м <sup>3</sup>	Ёмкость бурта, т	Объём земляных работ, м <sup>3</sup>	Количество соломы для укрытия, т	Площадь буртовой площадки, м <sup>2</sup>

### 2.5. Условия хранения картофеля

Режим хранения картофеля определяется многими факторами, в число которых входят температура, относительная влажность и хозяйственное назначение самого картофеля (семенной, столовый, чипсовый, крахмальный).

Лёжкость картофеля в значительной степени зависит от **температуры хранения**. Оптимальная температура хранения клубней определяется продолжительностью периода хранения, биологическими особенностями сорта, хозяйственным назначением клубней. В первый период хранения, лечебный, который начинается сразу после уборки картофеля, в клубнях происходят сложные физиологические и биохимические изменения, связанные с созреванием, заживлением повреждений, нанесённых при уборке, подготовке к основному хранению. На повреждённых местах образуется раневая ткань, предохраняющая клубень от проникновения в него возбудителей болезней. Оптимальные условия хранения — сравнительно высокая температура (в пределах от 12 до 18°C) в сочетании с высокой относительной влажностью воздуха (90-95%) и достаточным

воздухообменом. Следует отметить, что чем ниже температура во время процесса заживления повреждений, тем дольше протекает сам процесс, например, при температуре 12°C продолжительность составляет около 30 дней, а при 18°C — 14 дней. После лечебного периода наступает период охлаждения, или снижения температуры, который обычно продолжается от 25 до 40 дней. В это время идет постепенное снижение температуры клубней до уровня оптимального для зимнего хранения. Снижают температуру не более, чем на 0,5-1°C в сутки. Основной период зимнего хранения начинается с момента установления требуемой температуры и продолжается до конца хранения и реализации картофеля. В зависимости от хозяйственного назначения картофеля температура хранения в основной период может варьировать от 3 до 10°C:

Семенной картофель	3-5°C
Продовольственный картофель	4-7°C
Картофель для переработки на крахмал	4-6°C
Картофель для переработки на фри	6-8°C
Картофель для переработки на чипсы	8-10°C

В весенний период при хранении семенного картофеля для накопления запаса холода температуру понижают до 1,5-2°C путём вентиляции в ночные и утренние часы, когда температура наружного воздуха находится в пределах нуля. Перед выгрузкой из хранилища клубни прогревают до температуры не ниже +8°C во избежание повреждений.

**Относительная влажность воздуха** при хранении оказывает большое влияние на лёжкость картофеля. Оптимальный режим влажности позволяет сохранить продовольственные и семенные качества клубней. В то же время чрезмерная влажность, особенно при образовании капельножидкой влаги, благоприятствует развитию возбудителей болезней и увеличивает потери за сезон хранения. Кроме того, повышенная влажность в сочетании с повышенной температурой способствует прорастанию клубней. В то же время пониженная относительная влажность воздуха при хранении картофеля приводит к подсыханию клубней и ухудшению их семенных и продовольственных качеств. В практике хранения изменение относительной влажности тесно связано с изменением температуры. Разумно используя суточное изменение относительной влажности воздуха и температуры, вентилируя картофель смесью наружного воздуха с воздухом хранилища, можно успешно поддерживать необходимую относительную влажность.

Из таблицы 2.9 видно, что при относительной влажности воздуха 95-98% потери массы картофеля в 3,3 раза меньше, чем при влажности 73-75%, а урожайность соответственно выше на 20%.

*Таблица 2.9. Влияние относительной влажности воздуха на величину потерь массы клубней и урожайность*

Относительная влажность воздуха, %	Естественная убыль массы, %	Всхожесть клубней, %	Урожайность, т/га
73-75	7,4	86,4	28,1
85-87	5,9	88,4	31,0
89-91	5,3	89,3	31,5
93-95	3,6	93,1	32,3
95-98	2,2	95,0	33,7

Оптимальными значениями являются 90-95% во время лечебного периода и 85-95% во время основного периода хранения.

На лёжку клубней оказывает влияние **газовый состав воздуха** в межклубневых пространствах. Недостаток кислорода и избыток углекислоты приводят к ухудшению лёжки и могут быть причиной гибели картофеля. Оптимальное содержание кислорода находится на уровне 16-18%; углекислоты — 2-3%.

Нормативные документы по хранению картофеля и овощей приведены в приложении 4.

С целью снижения потерь, сохранения высоких семенных и посевных качеств семенного картофеля при закладке на хранение целесообразна обработка клубней различными **защитными препаратами**, например, такими, которые представлены в таблице 2.10.

*Таблица 2.10. Краткая характеристика препаратов для осенней обработки клубней при закладке на хранение*

Препарат	Препаративная форма	Норма расхода препарата, мл/т, г/т	Расход рабочей жидкости, л/т	Спектр действия
Агат-25К	Паста	130-140	2,5-3,0	Ризоктониоз, сухая гниль, снижение заболеваемости фитофторозом и паршой
Иммуноцитифит (д.в. арахидоновая кислота)	Таблетка	0,1-0,15	4-6	Повышение росторегулирующей, антистрессовой активности к болезням; сухая гниль
Текто 450, 45% (д.в. флудиоксонил)	К.с.	90-100	2,0-2,5	Фузариоз, фомоз, ооспороз, серебристая парша

Максим 2,5% (д.в. флудиоксјнил)	К.с.	80-90	2,0-2,5	Фузариоз, фомоз, альтернариоз, мокрая гниль, серебристая парша, черная ножка
Колфуго-супер (д.в.карбендазим)	К.с.	200-220	3,0-3,5	Сухая гниль (фузариозная), ризоктониоз
Вист (д.в. тиабендазол)	Шашк а	8-10	-	Фузариоз, фомоз, ооспороз, ризоктониоз

Клубни обрабатывают растворами препаратов ультрамалообъемным опрыскиванием (УМО) с расходом раствора от 60 до 150-200 мл/т с помощью монтируемого протравливателя ПУМ-30 МК. В зависимости от технологии послеуборочной доработки и загрузки семенные клубни обрабатывают или в системе стационарного пункта КСП-25, или в системе погрузчика, например, ТЗК-30. При поточной технологии клубни обрабатывают на сортирующей поверхности семенной фракции, с установкой распылителя над ней. При прямоточной — обрабатывают в ТЗК-30, в случае загрузки семенного картофеля, убираемого с семенных участков или после выделения семенной фракции — на сортировальных пунктах КСП-15, КСП-15В, а также на стационарных пунктах. При малых объемах семенного картофеля клубни обрабатывают с помощью ранцевого опрыскивателя или малогабаритных распылителей бытового назначения.

Для обработки клубней в настоящее время рекомендуются как химические, так и биологические препараты. Отдельную группу представляют препараты — ингибиторы прорастания, которые применяются на партиях картофеля, предназначенных для потребления в весенне-летнее время.

Исследования ВНИИКХ свидетельствуют об эффективности осеннего протравливания клубней как химическими, так и биологическими препаратами. Наибольший процент снижения потерь при хранении дает использование препаратов по поточной технологии, при которой клубни имеют значительные механические повреждения.