

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени  
Н.Э.Баумана»

**Факультет биотехнологии  
и стандартизации**

**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ЖИВОТНОВОДСТВА  
И ЗООГИГИЕНЫ**

**Р.Н. ФАЙЗРАХМАНОВ, Е.Л. КУЗНЕЦОВА, Н.И. ДАНИЛОВА**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**ХРАНЕНИЕ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ**

Для студентов направления подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции (квалификация - бакалавр, профиль – Технология производства, хранения и переработки продукции животноводства)

Казань – 2019

УДК:633/635:631.563 (075)

Файзрахманов Р.Н. Хранение плодоовощной продукции/ Р.Н. Файзрахманов, Е.Л. Кузнецова, Н.И. Данилова // Учебное пособие – Казань, Казанская ГАВМ имени Н.Э. Баумана. -2019.- 51 с.

Учебное пособие составлено с соответствии с учебным планом по специальности 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции студентов факультета биотехнологии и стандартизации очной и заочной формы обучения.

Развитие технологии хранения плодоовощной продукции и картофеля, является одним из источников роста продуктивности этой отрасли сельского хозяйства. Знание основ этого направления и их современных методов позволит специалистам совершенствовать способы хранения в соответствии с требованиями к качеству продуктов.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, специалистов и фермеров, работающих в сельскохозяйственной и перерабатывающей отрасли.

Рецензенты:

Шайдуллин Р.Р. - доктор биологических наук, заведующий кафедрой «Биотехнология, животноводство и химия», профессор ФГБОУ ВО Казанский ГАУ

Ахметзянова Ф.К. – доктор биолог. наук, профессор кафедры кормления ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э.Баумана».

Рекомендовано к печати Ученым советом факультета биотехнологии и стандартизации от 26 апреля 2019 г. Протокол № 6

©Файзрахманов Р.Н., Кузнецова Е.Л., ДаниловаН.И.  
2019 г.

© федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э.Баумана»

## Содержание

Введение	4
1 Классификация овощехранилищ	6
2 Конструкции хранилищ	14
3 Внутреннее оборудование специализированных хранилищ	25
4 Размещение плодоовощной продукции в хранилищах	32
5 Способы хранения плодоовощной продукции	34
6 Вентиляция хранилищ	37
7 Расчет вентиляционной системы картофеле- и овощехранилищ	41
8 Контрольные вопросы	47
9 Приложение	48
Список использованной литературы	52

## **Введение**

Сельскохозяйственные хранилища предназначены для хранения картофеля, фруктов и корнеплодов. Использование для хранения не предназначенных для этих целей строений, неправильные режимы хранения приводят к значительным потерям.

Развитие технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции в России имеет сравнительно недавнюю историю. Слаборазвитое сельское хозяйство в начале прошлого века предполагало и наличие соответствующих примитивных систем хранения. Хранилища того времени представляли собой заглубленные помещения небольшой емкости и обычным проветриванием в качестве вентиляции.

Развитие сельскохозяйственного производства повлекло за собой и совершенствование способов хранения. К этому периоду относится появление стационарных хранилищ большой емкости, холодильного оборудования, средств механизации погрузочно-разгрузочных работ. Уже в 50-е годы 20-го века стали применяться системы активного вентилирования при хранении плодоовощной продукции, полимерные материалы для упаковки и теплоизоляции при полевом хранении, технологии хранения с использованием модифицированной и регулируемой газовых сред. Используются различные режимы хранения для разных сортов картофеля, фруктов и корнеплодов.

Качество овощей, зерна, фруктов, картофеля, прямым следствием чего является и их стоимость, во многом определяется не только агротехникой выращивания, состоянием почв и т. д., но и условиями их хранения, основными из которых являются:

- оптимальная температура, не превышающая установленных для хранения данного вида продукции норм;
- определенная влажность, не допускающая размножения опасных

микроорганизмов, отсыревания и гниения сельскохозяйственной продукции;  
- оснащенность хранилищ специализированной техникой для закладки и выгрузки продукции.

Кроме условий хранения нельзя сбрасывать со счетов и исходное качество закладываемой на хранение плодоовощной продукции, т.е. наличие механических повреждений и поражение болезнями. Эффективность хранения во многом зависит также от типа хранилища (временное или постоянное, наземное или заглубленное, специализированное или универсальное).

## 1 Классификация овощехранилищ

Овощехранилища подразделяются по видам хранения овощей, назначению их хранения, типу складирования при хранении.

1 По видам хранения овощей:

- специализированные (картофелехранилища, свеклохранилища, корнеплодохранилища и т.д.) – для сохранения одного вида продукции;
- комбинированные овощехранилища – для различных видов продукции со схожими условиями хранения.

2 По назначению для хранения:

- семенной продукции;
- продовольственной продукции;
- кормовой продукции;

3 По типу складирования при хранении:

- россыпью;
- в таре.

Картофеле- и овощехранилища представляют собой сооружения, предназначенные для длительного хранения картофеля и овощей в свежем виде.

Здания для хранения плодов и овощей, картофеля и корнеплодов в соответствии с нормами технологического проектирования ОНТП-6-88 классифицируют по следующим основным технологическим признакам: назначению, видам продукции, способам ее складирования и создания микроклимата.

По отношению к планировочной отметке капитальные хранилища бывают наземными, полузаглубленными, заглубленными и подземными. В наземных зданиях отметка пола превышает планировочную отметку земли на 0,15...0,2 м. С позиций устройства эффективной и удобной в исполнении теплоизоляции стен и пола по контуру здания разницу в отметках предпочтительно увеличить до 0,3 м. В отечественной практике известны единичные

примеры проектных решений хранилищ с превышением отметки пола над планировочной отметкой 0,6 м. В России и за рубежом наземные хранилища получили массовое распространение благодаря удобной транспортной связи внутреннего объема здания с внешней средой, а также на основаниях с высоким уровнем грунтовых вод.

Полузаглубленными считают здания, расстояние от пола которых до планировочной отметки не превышает половины высоты стены. В практике строительства хранилищ более 50% построек предыдущего поколения были полузаглубленными. В заглубленных зданиях участок стены, контактирующий с грунтом, превышает половину высоты стены хранилища. Примеры заглубленных хранилищ единичны. Такие здания строили преимущественно в зонах  $Q$  расчетной зимней температурой наружного воздуха - 40°C и ниже. Преимущество полу- и заглубленных хранилищ состоит в том, что они имеют более стабильный микроклимат: температура воздуха в них в весенний и осенний периоды ниже, чем в наземных, они требуют меньше теплоизоляционных материалов благодаря обвалованию стен грунтом, в том числе на полную их высоту. В этом случае роль теплоизоляции выполняет грунтовая засыпка.

К основным помещениям хранилищ относят помещения хранения (камеры, секции), приема и обработки продукции, в том числе послеуборочной и предпосадочной (семенной) и товарной (продовольственной). В группу помещений подсобного назначения входят помещения поддержания режимов хранения, механизации и автоматизации технологических процессов. Вспомогательными являются помещения административно-технического назначения и культурно-бытового обслуживания трудящихся, лаборатории.

Хранилища семенной продукции специализированы по ее биологическим видам: картофелю и маточникам сахарной и столовой свеклы, моркови, капусты, репы, редьки, брюквы, лука-севка и лука-выборка. Другими словами, эти хранилища являются объектами хранения одновидовой продукции. К ним можно отнести, например, хранилища семенного картофеля, в которых

складируют на длительное время только один вид продукции - семенной картофель, или хранилища кормовых корнеплодов - в них хранят кормовые корнеплоды либо фуражный картофель.

Хранилища продовольственного назначения, наряду со специализированными по отдельным видам, например, продовольственному картофелю, моркови, капусте, могут быть и многоцелевого использования - в них хранят в изолированных помещениях несколько видов продукции и называют комбинированными.

В комбинированных хранилищах, нашедших массовое распространение в стране, известны следующие сочетания продукции: картофель (46%), капуста (23), свекла, лук, морковь (по 5), яблоки (13); морковь (33), капуста (67); картофель (46), капуста (23), морковь (15), свекла (16) или в охлаждаемых помещениях в межсезонный период ранние картофель (35), капуста (44), яблоки (21 %). Как видим, определенные зависимости объемов от вида хранимой продукции не прослеживаются.

По способам складирования хранилища бывают *навалъные* и *контейнерные*. Первый тип предназначен для складирования продукции россыпью -картофеля семенного, продовольственного, фуражного и технического, продовольственных и маточников моркови, капусты, репы, брюквы, редьки, лука и чеснока. В контейнерных хранилищах продукцию содержат в таре.

Хранилища со складированием продукции россыпью можно разделить на следующие виды: *закромные* (вместимость отсеков 100 т и более), *секционные* (не более 250 т), *зального* типа (продукция хранится в едином массиве).

В *закромных хранилищах* продукция хранилась в отдельных отсеках вместимостью 60... 100 т, расположенных в общем контуре здания и не изолированных выше насыпи от других закровов. Одну из разновидностей закровного способа хранения представляют бункерные хранилища. Достоинство таких хранилищ - наличие значительного числа отсеков,

позволяющих складировать продукцию мелкими партиями, загружать или выгружать ее независимо от остальной части. Их недостатки: нерациональное использование производственных площадей, повышенная материалоемкость и трудоемкость возведения и, соответственно, стоимость здания, невозможность поддержания в каждом отсеке своего микроклимата.

По способам создания микроклимата хранилища подразделяют: с естественной или принудительной вентиляцией, в том числе с естественным холодом; с естественным проветриванием или принудительной вентиляцией, в том числе с искусственным холодом; холодильники; холодильники с регулируемой газовой средой.

В хранилищах с естественной вентиляцией, когда тепло хранимой в насыпи продукции отводится за счет движения воздуха под действием температурного перепада, складывают картофель и овощи слоем не более 1,5...2,0 м. Их ограниченное применение заключается в том, что активно влиять на процессы хранения в насыпи, в первую очередь, на температуру, практически невозможно.

Хранилища с принудительной (в отечественной практике широко распространён термин «активной») вентиляцией являются прогрессивным типом. Использование активного вентилирования позволяет длительно хранить продукцию с естественным холодом в условиях, близких к оптимальным, для продолжения ее жизнедеятельности с минимальными потерями питательных веществ. По этой причине такие хранилища получили массовое распространение. Применение искусственного холода делает процесс хранения полностью не зависящим от внешних климатических факторов.

Хранилища картофеля и овощей с искусственным охлаждением следует использовать в зонах с расчетной зимней температурой наружного воздуха  $-20^{\circ}\text{C}$  и выше. Овощехранилища во всех климатических зонах желательно снабжать холодильными установками, что позволит осенью быстро охлаждать продукцию и в короткие сроки переходить на основной режим хранения.

Хранилища с естественным проветриванием отличаются малой насыщенностью инженерного оборудования или его отсутствием. Проветривают помещение регулированием площади отверстий в продольных стенах здания и потолке. Продукция хранится в таре. Воздухообмен осуществляется за счет свободного конвективного теплообмена. В последнее время пришли к выводу, что более рациональной организации воздухообмена достигают при использовании побудителя тяги в сочетании с регулированием площади вентиляционных проемов. Эксплуатация таких хранилищ требует квалифицированного обслуживающего персонала и «мягкого» климата в зимнее время. Хранилища с принудительной общеобменной вентиляцией предназначены преимущественно для хранения картофеля в таре.

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 - герметичными камерами и специальными установками поддержания газовой среды. Хранилища по способу использования собственных энергетических ресурсов хранимой продукции для опорожнения емкости разделяют на здания с гравитационной выгрузкой, когда емкость опорожняется за счет сил гравитации с использованием внешних источников воздействия — гидросмыва и подборщиков при навалном способе хранения продукции, дизельных или электрических погрузчиков - при контейнерном хранении; комбинированные сочетающие элементы обоих способов, например, при выгрузке картофеля ленточными транспортерами через каналы систем активного вентилирования.

Хранилища с гравитационной выгрузкой — это в основном бункерные хранилища, хранилища с наклонным днищем при хранении продукции в одном сплошном массиве или полами в случае устройства одно- и многоярусных (по высоте здания) закровов. Информация об этих хранилищах имеется в литературе. Отличительная особенность хранилищ этого типа - использо-

вание для загрузки и выгрузки стационарной механизации. Бункера оборудуют устройствами для их «мягкого» заполнения, чтобы снизить повреждаемость продукции.

Основное преимущество хранилищ с гравитационной выгрузкой - возможность выгрузки продукции практически из любого места. Это позволяет рационально распорядиться продукцией при появлении очагов загнивания. Например, продовольственную - реализовать, техническую — переработать в первую очередь, а предназначенную для длительного хранения — перебрать и снова заложить на хранение. Возможны полная автоматизация выгрузки, регулирование производительности в значительном диапазоне при крайне малых затратах живого труда.

К недостаткам этого типа хранилищ относятся более сложные их решения в архитектурно-строительной части, системах вентилирования продукции, механизации производственных процессов по сравнению с известными при складировании продукции россыпью на горизонтальных полах. Особенно очевидна проблема побуждения продукции при ее выгрузке вследствие слеживаемости и в случае прорастания, в первую очередь, в зданиях без искусственного охлаждения продукции.

По виду специфичных силовых воздействий, оказываемых на каркас зданий, хранилища условно можно разделить на имеющие статическую нагрузку от хранимой продукции, подвижные нагрузки от кранового оборудования (широко распространено на перерабатывающих предприятиях Германии при слое картофеля 6 м), а также испытывающие воздействия только внешних силовых факторов.

Нагрузку от хранимой продукции на каркас здания целесообразно передавать при слое насыпи 3 м и более. При меньших величинах ее могут воспринять специальные конструктивные элементы здания.

Воздействия внешних силовых факторов испытывают каркасы зданий хранилищ со складированием продукции в таре. Специфическими нагрузками в хранилищах и холодильниках являются нагрузки от технологического

оборудования, инженерных коммуникаций, градирен, кабелей, систем автоматического управления микроклиматом.

Величина статической нагрузки от хранимой продукции, воспринимаемая каркасом здания навальных хранилищ, определяется видом хранимой продукции и конструктивным решением стенок, удерживающих засыпку, или наружных стен, которые могут быть несущими или самонесущими.

Капитальные хранилища по основному строительному материалу, используемому для возведения зданий, подразделяются на выполняемые из сборного бетона и железобетона; легких металлических конструкций; деревянных конструкций; материалов местной «строиндустрии» (кирпич, древесина).

По методам поставки хранилища и холодильники бывают полной заводской готовности, из сборных элементов, построечного изготовления.

Полную заводскую готовность, в том числе под «ключ», имеют хранилища из легких металлических конструкций. Они комплектно поставляются специализированными заводами металлоконструкций.

Сборными элементами заводского изготовления комплектуются железобетонные хранилища, со смешанными каркасами, из клееных деревянных конструкций.

Хранилища построечного изготовления — в основном из местных материалов.

По степени капитальности здания и сооружения для хранения плодов, овощей и картофеля относят к капитальным и временным зданиям. Под степенью (классом) капитальности здания понимают качественную категорию, характеризующую соответствующей долговечностью и устойчивостью его против физического износа. Условно приравнивается к нормативному сроку службы здания. Возраст (срок существования) здания — период времени с момента ввода в эксплуатацию до его ликвидации (снос, полное разрушение и др.).

Срок службы зданий с полным железобетонным каркасом и стропиль-

ными конструкциями из железобетонных балок с неагрессивной средой (хранилища лука, чеснока) условно можно принять 60...70 лет, с агрессивной средой — 50...60 лет. В случае применения в покрытии железобетонных ферм срок службы может быть снижен примерно на 10 лет, а с железобетонным покрытием по стальным фермам — на 20 лет. Долговечность зданий с металлическим каркасом можно считать равной 30 годам при эксплуатации в агрессивной внутренней среде и 40 годам - в неагрессивной среде. Эти сроки службы могут быть приняты в качестве ориентировочных и для хранилищ с каркасом и ограждением из клееных деревянных конструкций.

## 2 Конструкция хранилищ

Здания хранилищ должны отвечать следующим требованиям:

- позволять обеспечивать рациональную организацию технических процессов хранения, товарной обработки, первичной переработки, подготовки продукции к реализации и утилизации отходов производства;
- быть гибкими (в смысле внедрения перспективных технологий хранения и их инженерного обеспечения) и предусматривать в перспективе расширение производства;
- иметь высокие эксплуатационные характеристики, в том числе быть ремонтпригодными, обладать эстетическими свойствами;
- удовлетворять требованиям индустриализации в строительстве, прочности, долговечности, экономичности, пожарной безопасности.

Они должны иметь несложные геометрические формы. Их архитектурный облик должен рационально вписываться в окружающую среду.

Материал стен выбирают с учетом условий эксплуатации ограждения при высокой влажности и возможности осуществления защитных мероприятий. Выпадение конденсата на поверхностях ограждающих конструкций не допускается.

Межсекционные перегородки в охлаждаемых помещениях хранения должны быть с ровной поверхностью, утепленными. В неохлаждаемых помещениях допускается устраивать холодные перегородки, между смежными помещениями с разницей температур не более  $5...8^{\circ}\text{C}$ , например, между помещениями хранения и вентиляционной камерой, транспортным коридором.

Перегородки помещений со складированием продукции в таре, примыкающие с двух сторон к транспортному коридору, не должны иметь проемов, располагающихся друг против друга. Их размеры следует принимать не менее  $24 \times 2,3$  м. Проемы помещений со складированием продукции россыпью, примыкающие к транспортному коридору, рекомендуется принимать равными  $3,6 \times 3,6$  м в капустохранилищах и  $4,2 \times 4,2$  м - в остальных типах зданий,

при этом следует закрывать их раздвижными воротами.

Магистральные каналы выполняют наземными, подземными или заглубленными. В крайних помещениях хранения каналы целесообразно размещать снаружи зданий. Наземные магистральные каналы, размещаемые в помещениях хранения, не должны резко снижать вместимости зданий. Предпочтительно в качестве магистральных каналов использовать конструктивные элементы, поддерживающие наружные стены зданий.

В конструктивном отношении каналы могут быть выполнены каркасными с применением обшивок из стального листа, пиломатериала, древесностружечных плит, а также из сборных железобетонных лотковых элементов, монолитного бетона, керамзитобетона, железобетона или сборных железобетонных элементов. Воздухораспределительные элементы покрытия подпольных воздуховодов могут быть из стального просечного листа, деревянных элементов или железобетонных решетчатых плит либо других специальных элементов, при этом верхняя их поверхность должна совпадать с поверхностью пола. Полы выполняют бетонными и располагают на одном уровне. Для временного хранения овощей применяются бурты и траншеи. *Бурты* представляют собой наземные или слегка углубленные кучи овощей, покрытые для защиты от дождя и промерзания утепляющим материалом (соломой, осокой, камышом и т. п.) и присыпанные слоем земли. Ширина буртов может быть 1,5...2,5 м, высота 1,0...1,5 м в зависимости от вида овощей, длина бурта обычно принимается 10...25 м (рисунок 7.1).

Овощи укладывают в бурты навалом с тем, чтобы образовать конусообразную насыпь высотой до 1,5 м, считая от дна котлована, со скатами под углом примерно 45°. Трудно сохраняемые овощи (морковь и др.) укладывают рядами, пересыпая каждый ряд слоем слегка увлажненной земли или песка толщиной 10 мм. Картофель через каждые 200...250 мм пересыпают увлажненной землей слоем 50...70 мм.

*Траншеи* - это те же бурты, но углубленные в землю на 800 м и более, загружаемые таким же образом, как и бурты. Траншеи делают с отвесными

или слегка наклонными стенками; ширина траншеи 1...1,2 м, длина 10...25 м.

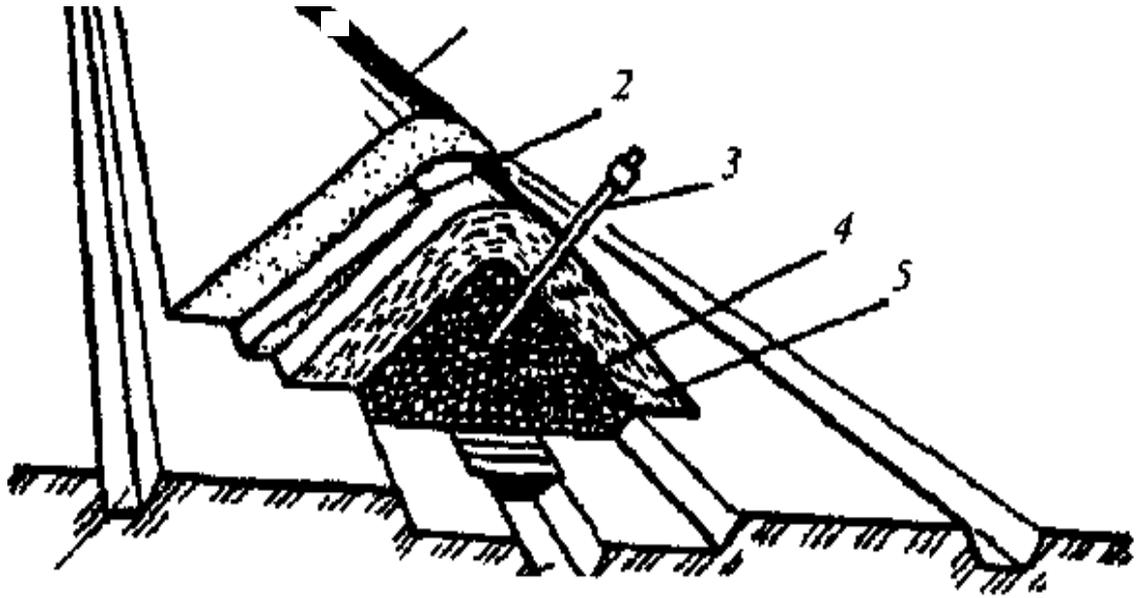


Рисунок 1 — Разрез бурта картофеля: 1 — верхний слой земли; 2 — нижний слой земли; 3 — термометр; 4 — картофель; 5 — солома; 6 — приточный канал; 7 — канава для стока воды.

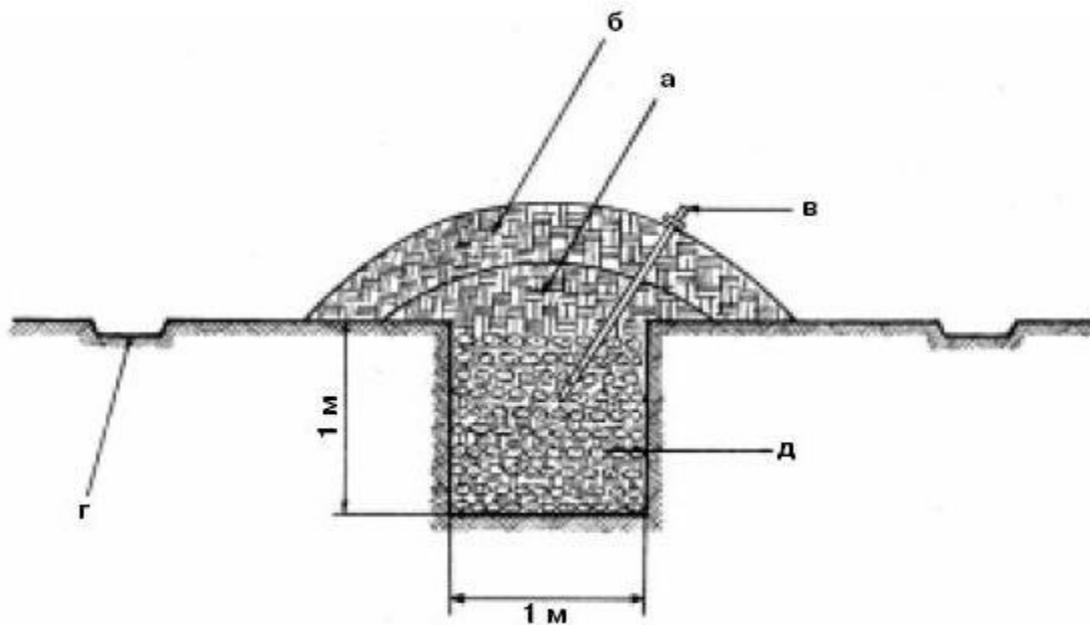


Рисунок 2 — Траншея с переслойкой клубней землей: а) первый слой земляного укрытия толщиной 25-30 см, б) второй слой земляного укрытия толщиной 35-45 см, в) трубка для измерения температуры, г) водоотводная канава, д) картофель.

С наступлением устойчивой холодной погоды, когда температура в бурте (рисунок 1) и траншее снизится до 4°C, овощи укрывают соломой, а сверху еще одним слоем земли.

Толщину слоев укрытия принимают в зависимости от климатических условий, глубины промерзания грунта и вида овощей. В центральных районах европейской части России для корнеплодов толщину первого слоя земли в гребне укрытия принимают 200 мм, толщину слоя соломы — 450 мм, толщину второго слоя земли - 100 мм; у основания толщина укрытия несколько больше, чем у гребня.

Вентиляционное оборудование бурта или траншеи состоит из одной горизонтальной решетчатой деревянной трубы квадратного или треугольного сечения с размером каждой стороны 300 мм, проложенной по дну, и вертикальных труб, которые нижними концами примыкают к горизонтальной трубе. Вместо горизонтальной трубы на дне бурта или траншеи может быть выкопана канава глубиной и шириной 200 мм, которую прикрывают хворостом или деревянной решеткой.

Вертикальные трубы делают из досок толщиной 25 мм с просверленными в них отверстиями диаметром не менее 20 мм или из пучков хвороста (фашин). Вертикальные трубы размещают через 4...5 м. Трубы, расположенные по краям, выступают над укрытием бурта или траншеи на 500 мм и заканчиваются железной насадкой. Промежуточные вертикальные трубы оканчиваются в слое соломы. Назначение крайних труб — подводить свежий воздух внутрь бурта и траншеи и распределять его при помощи нижней трубы и промежуточных вертикальных труб по всей массе овощей.

Для устройства буртов и траншей выбирают возвышенный участок, не затопляемый весенними и дождевыми водами, с низким уровнем грунтовых вод и по возможности защищенный от холодных ветров.

Бурты и траншеи размещают на участке с интервалами 7...8 м. При устройстве буртов и траншей на склоне их располагают продольной осью вдоль склона.

В буртах и траншеях можно хранить картофель, капусту и все виды корнеплодов. Хранение связано с серьезными неудобствами, так как овощи нельзя перебирать, осматривать и отпускать частями без риска примораживания остающихся запасов.

В оборудованных (постоянных) хранилищах для картофеля и овощей возможны систематическое наблюдение за качеством овощей, переборка их, регулирование режима хранения.

При устройстве оборудованных хранилищ используют теплоизоляционные свойства земли и по мере возможности заглубляют хранилище в землю, чтобы оградить овощи от сильного охлаждения зимой и перегрева в теплое время года. При этом хранилище не должно затопляться грунтовыми водами и пол его должен быть выше уровня грунтовых вод не менее чем на 1,5 м, что и определяет величину заглубления хранилища.

В заглубленных и полузаглубленных хранилищах значительно уменьшаются теплопотери через стены, а грунт зимой отдает тепло в хранилище, вследствие чего в таких хранилищах наблюдается ровная температура и обеспечивается достаточно устойчивый климатический режим зимой и в теплое время года. Отопление заглубленных хранилищ требуется только в холодных районах страны.

В случаях, когда уровень грунтовых вод расположен на близком расстоянии от поверхности земли, строят наземные хранилища, при этом отметка пола их должна быть выше самого высокого уровня грунтовых вод не менее чем на 1,5 м. Кроме того, наземными строят хранилища для лука-севка, сушильные и сортировочные помещения лукохранилищ, а также помещения для проращивания семенного картофеля.

В наземных хранилищах осуществлять механизацию погрузочно-разгрузочных работ значительно проще, чем в заглубленных.

В наземных обогреваемых хранилищах легче обеспечить оптимальный температурно-влажностный режим для лука-репки и особенно для лука-севка, при хранении и подсушке которого требуются относительно высокая

температура воздуха и пониженная относительная влажность. Однако наземные хранилища легко прогреваются в теплое время и легко теряют тепло в морозную, ветреную погоду. Колебания температуры здесь могут быть частыми и более значительными, чем в заглубленных хранилищах, поэтому наземные хранилища во время сильных морозов для поддержания необходимой температуры приходится отапливать. Тем не менее, наземные хранилища удобнее в эксплуатации, а издержки на эксплуатацию их меньше, чем заглубленных.

Вместимость хранилища для конкретного хозяйства выбирают исходя из общего количества продукции, подлежащей длительному хранению, соотношения отдельных видов овощей с учетом дальности их перевозки и целесообразности строительства в составе складского комплекса хранилищ одинакового размера. Более эффективно используются средства механизации и устройства для активного вентилирования овощей в хранилищах большой вместимости, поэтому следует возводить хранилища наибольшей, нужной для данного хозяйства вместимости.

В оборудованных хранилищах картофель и овощи в зависимости от вида хранят в закромах, россыпью без закровов, в контейнерах, ящиках, на стеллажах и в штабелях с переслойкой песком или без переслойки.

Картофель и овощи, для хранения которых требуются различные температурно-влажностные режимы, а также разные хозяйственно-биологические сорта, хранят отдельно. В одном помещении при отдельном размещении допускается хранить вместе лук и чеснок; картофель и свеклу; морковь, свеклу и другие корнеплоды.

В большинстве случаев овощехранилища проектируют в виде прямоугольных в плане зданий с расположением закровов, стеллажей или штабелей двумя или четырьмя рядами по обе стороны от продольных проходов или проездов. Ширину проходов между закромами и штабелями при использовании их для перемещения людей, а также для контроля за продукцией принимают не менее 1 м; при использовании прохода для загрузки,

выгрузки и обработки продукции вручную - 1,8 м и при использовании прохода для загрузки, выгрузки и обработки продукции при помощи передвижных механизмов — 2,4 м. Ширину проездов определяют с учетом технологии эксплуатации хранилища и принимают не менее 4 м. При ширине хранилища до 18 м устраивают один продольный (центральный) проезд, а при большей ширине здания - два продольных проезда или поперечные проезды.

В хранилищах делают не менее двух входов или въездов. Для сквозного проезда автомобилей и сквозного проветривания въезды и входы делают в торцевых стенах по продольным осям зданий. В хранилищах вместимостью менее 1000 т может быть один въезд. В районах с расчетной зимней температурой  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже въезды ограждают тамбурами. В тамбурах устраивают пандус с уклоном не более  $15^{\circ}$  для въезда автомашин в хранилище.

Высоту помещений для хранения продукции от пола до низа выступающих конструкций определяют с учетом принятой технологии хранения и оборудования для механизации работ.

Высоту помещения для хранения продовольственного картофеля россыпью (навалом) без устройства закровов принимают на 600...800 мм больше высоты загрузки картофеля.

Компоновку объемно-планировочных решений зданий комплексов ведут из унифицированных секций. Например, при компоновке хранилищ для картофеля, свеклы или брюквы применяются секции размерами в плане 6\*36, 12\*36 и 18\*36 м, вместимостью соответственно 500, 1000 и 1500 т при хранении продукции россыпью с высотой насыпи 5 м. В этих же секциях при оснащении их общеобменной системой вентиляции можно хранить картофель в контейнерах высотой 5,5 м.

Выбор той или иной секции определяют вместимостью здания, технологией хранения и количеством закладываемых сортов.

В ранее созданных хранилищах наиболее распространенными являются стоечно-балочные системы при сетке координационных осей 6\*6 м.

Унифицированные секции для компоновки хранилищ-комплексов принимают без промежуточных опор, с укрупненной сеткой координационных осей 12\*6, 18х6 или 24х6 м. С применением таких секций созданы хранилища вместимостью 3000, 5000, 10000 т.

В хранилищах предусматривают следующие подсобные и вспомогательные помещения: сушилки для сушки лука после уборки, сортировочные для обработки продукции, помещение для проращивания картофеля, холодильные камеры для размещения компрессоров и другого холодильного оборудования, вентиляционные камеры для размещения отопительно-вентиляционного оборудования, помещения для хранения машин, инвентаря и тары, котельные для котлоагрегатов, распределительного и контрольного оборудования, щитовые для размещения электросиловых щитов и шкафов автоматического управления, навесы для обработки (сортировки) продукции в хорошую погоду перед загрузкой ее в хранилища и блок вспомогательно-бытовых помещений — гардеробы, умывальники, душевые, уборные, помещения для обогрева и приема пищи, лаборатории и конторы.

Отдельное помещение для яровизации (проращивания клубней картофеля, отобранных на посадку) устраивают в хранилищах для семенного картофеля. В этом помещении поддерживают температуру воздуха 12...20°С. Кроме того, оно должно иметь достаточно хорошее естественное освещение и хорошо проветриваться, поэтому помещение для проращивания семенного картофеля устраивают, как правило, наземным, площадь его устанавливают заданием на проектирование.

Систему охлаждения и отопления в хранилищах оборудуют на основе расчетов в зависимости от параметров воздуха в конкретном климатическом районе и норм тепловлаговывделений овощами, с учетом теплотехнических характеристик ограждающих конструкций хранилищ и грунтовых условий площадки строительства: температуры грунта, наличия вечной мерзлоты, глубины промерзания грунта.

Вентиляционные камеры предусматривают с механической вентиляцией. Изолированные помещения для установки вентиляционного агрегата и устройств для охлаждения и подогрева вентиляционного воздуха располагают у торцевых стен, в средней части зданий или выносят их за пределы помещений.

Конструктивные схемы наземных, полузаглубленных и заглубленных хранилищ характеризуются относительно невысокими несущими массивными или каркасными стенами и в большинстве случаев теплым бесчердачным совмещенным покрытием сборной железобетонной, деревянной или каменной конструкции.

Опорами для совмещенных покрытий железобетонной конструкции служит полный или неполный сборный каркас, состоящий из сборных железобетонных колонн, фундаментных башмаков под колонны сборных железобетонных или монолитных, фундаментных балок длиной 6 м под панельные стены. Фундаменты под несущие массивные стены устраивают из железобетонных плит, ленточных фундаментов и блоков стен подвалов.

Несущими конструкциями совмещенных покрытий являются железобетонные балки длиной 6, 9, 12 м, в индивидуальных проектах - железобетонные сегментные фермы пролетом (8 или 2ч м; укладываемые с шагом 6 м. Ограждающими конструкциями покрытий служат сборные железобетонные плиты размером 6х1,5 м. Пароизоляция предусматривается рулонная или смазочная. В качестве утеплителя применяют пенобетон, цементный фибролит, керамзит. Кровли устраивают многослойные рулонные с последующей гравийной посыпкой.

В районах, богатых лесом, хранилища возводят с неплотным несущим - деревянным каркасом, состоящим из системы деревянных стоек, установленных в два ряда вдоль здания, и прогонов, уложенных на стойки.

Вместо деревянных стоек желательно возводить кирпичные столбы, располагаемые вдоль и поперек здания на таких же расстояниях, как и деревянные.

В хранилищах для семенного и продовольственного картофеля, а также свеклы и брюквы высоту насыпи принимают 4 м, а высоту помещений от уровня пола до низа выступающей части несущей конструкции покрытия 4,8

В проектах хранилищ-комплексов высоту насыпи картофеля принимают равной 5 м, затаренного картофеля в контейнеры — 5,5 м, а высоту помещений 6 м.

Для устройства наружных стен применяют эффективные в теплотехническом отношении и дешевые материалы, имеющие достаточно высокую степень долговечности при эксплуатации их в зданиях со специфическим внутренним микроклиматом (высокая влажность при относительно низких температурах).

Для наземных хранилищ с полным железобетонным каркасом применяют панельные стены из легких бетонов и других нетеплопроводных материалов.

В хранилищах с неполным каркасом несущие стены возводят из кирпича, натурального камня, крупных бетонных блоков, а также слоистые кирпичные стены, утепленные пенобетоном, газосиликатом или газобетоном, с защитной кирпичной кладкой с наружной стороны и др.

Кирпичные стены выполняют в двух конструктивных вариантах - гладкие или с пилястрами. При гладких стенах утеплитель располагают с внутренней стороны гладки стены, в стенах с пилястрами он может быть внутри стен. Толщину утеплителя устанавливают в зависимости от климатической зоны, типа хранилища, способа хранения продукции, материала утеплителя.

В стенах полузаглубленных хранилищ облицовка ограждения, включающего полость, заполненную утеплителем, опирается на железобетонные консольные плиты. Стены заглубляют на 0,55-..1,3 м и обваловывают снаружи грунтом на высоту 0,7...1,7 м.

Стены заглубленных хранилищ тщательно защищают от просачивания поверхностных вод. Вокруг хранилищ с наружной стороны делают отмостки

шириной не менее 700 мм и водоотводные канавы.

Заглубленные и полузаглубленные хранилища загружаются через люки в покрытиях или стенах- Эти же люки служат для сквозного проветривания, а также для освещения хранилищ при переработке, загрузке и выгрузке овощей. Люки прикрывают двумя щитами, а пространство между щитами на зиму заполняют утепляющим материалом.

Полы в проездах хранилищ, в камерах с искусственным охлаждением и в помещениях для холодильного, вентиляционного и другого оборудования асфальтобетонные или бетонные, а в помещениях для хранения, в сушилках и в сортировочных — глинобитные, глинобетонные, грунтобетонные, бетонные и асфальтобетонные.

Для сквозного проветривания в хранилищах делают двойные ворота: внешние - сплошные утепленные и внутренние - решетчатые. При проветривании внешние ворота оставляют открытыми, а решетчатые закрытыми. При устройстве тамбура ворота в торцевой стене собственно хранилища делают сплошными утепленными, открывающимися внутрь тамбура. Размеры ворот принимают такими, чтобы был обеспечен свободный проезд транспорта и механизмов, но не менее 3\*3 м. Для прохода людей в воротах устанавливают двери размером 800\* 1800 мм.

### 3 Внутреннее оборудование специализированных хранилищ

Картофелехранилища оборудуют закромами шириной 6...7 м и длиной по продольной оси здания не более 6 м. Предельную вместимость закровов для семенного картофеля принимают 50...80 т при высоте загрузки их 2...3 м, а для продовольственного картофеля 80...100 т при высоте загрузки 3...4 м. Минимальную высоту насыпи массива картофеля принимают в районах с расчетными зимними температурами выше  $-20^{\circ}\text{C}$ , а максимальную в районах с расчетными температурами ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Стенки закровов каркасной сборно-разборной конструкции из стальных или деревянных элементов (рисунок 2) делают на 100 мм выше предполагаемой высоты загрузки картофеля. Такая конструкция стенок облегчает загрузку закровов, обеспечивает удобную очистку и дезинфекцию, а при необходимости — их разборку и сборку в процессе эксплуатации.

В хранилищах с естественной и механической обменной вентиляцией для лучшего проветривания картофеля применяют решетчатые стенки закровов с зазорами 20..30 мм, а в хранилищах с активной механической вентиляцией - сплошные из строганных, плотно пригнанных одна к другой обрезных досок. Каркас стенок закровов выполняют из брусьев с учетом бокового давления картофеля при высоте насыпи более 3,5 м.

На городских плодоовощных базах продовольственный картофель практикуют хранить в контейнерах (рисунок 2). Контейнеры разборные складные и универсальные разных размеров и разной вместимости: наиболее крупные -  $900*900*900$  мм, объемом  $0,7 \text{ м}^3$ , вместимостью около 450 кг; менее крупные -  $800*800*900$  мм, объемом около  $0,5 \text{ м}^3$ , вместимостью около 325 кг.

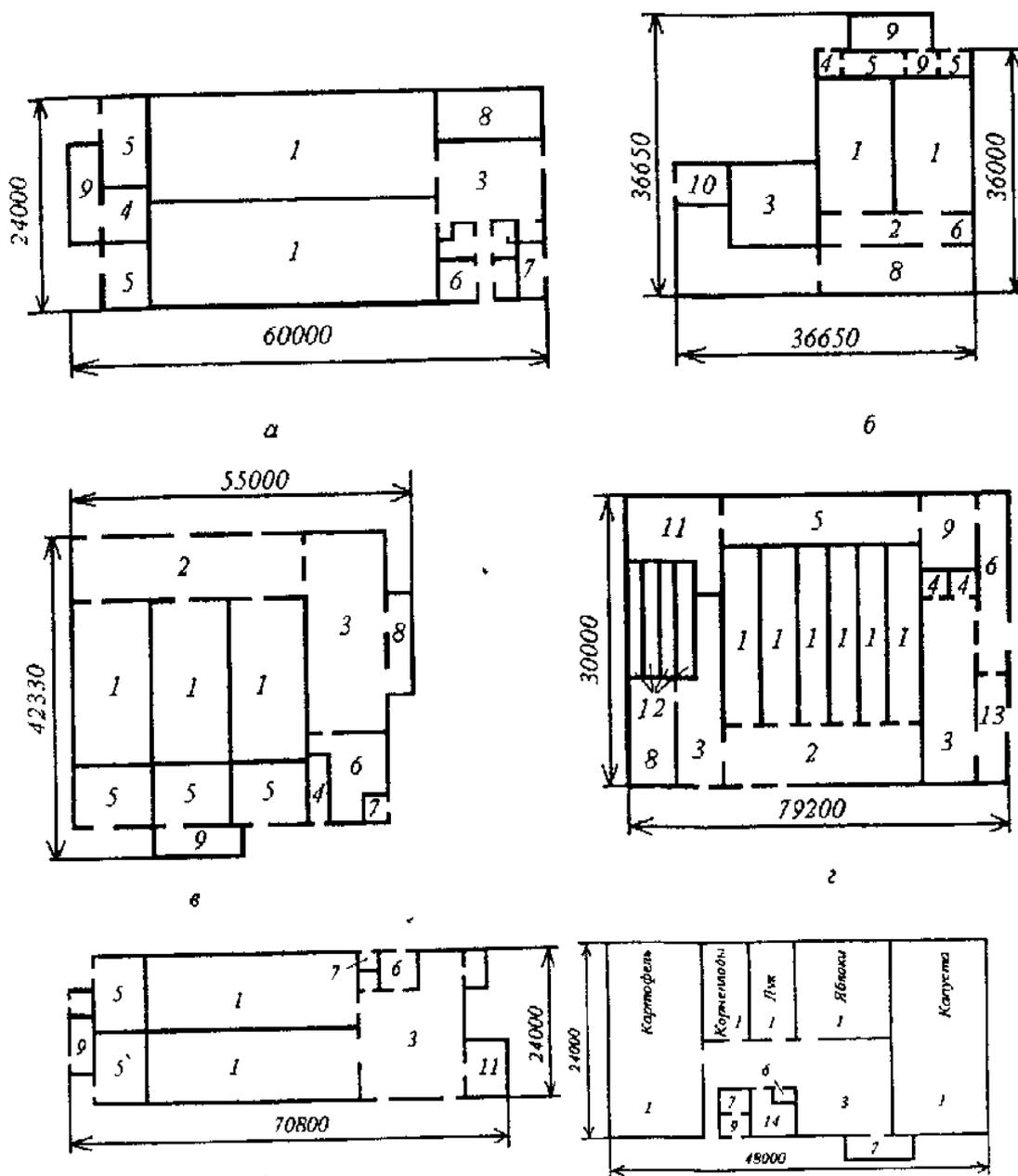


Рисунок 2<sup>а</sup> — Планировочные решения хранилищ вместимостью 1000 т / а - хранилище для продовольственного картофеля ТП-813-2-70.92; б - хранилище для семенного картофеля ТП-813-2-63.91; в - хранилище для капусты ТП-813-2-67.91; г - хранилище для лука ТП-813-2-62.90; д - хранилище для моркови ТП-813-2-49.88; е - комбинированное хранилище ТП-813-2-25.86; 1 - помещение хранения; 2 - тамбур, грузовой коридор; 3 - цех товарной обработки; 4 — электрощитовая; 5 — вентиляционная камера; 6 - бытовые помещения; 7 — тепловой пункт; 8 — приемное отделение; 9 - машинное отделение; 10 — отделение протравливания; 11 - навес; 12 - закроем; 13 - экспедиция, 14-зарядная.

Щиты днищ и стенок разборных контейнеров делают из деревянных планок толщиной 300 и шириной 50 мм, закрепляемых в металлических рамах из уголков 25\*25 мм с зазорами между планками 25...30 мм. Боковые стенки складских контейнеров крепят к поддону-днищу при помощи петель. Вверху стенки соединяют запорами.

Неразборные универсальные контейнеры делают с крышкой и наклоном под углом 30°, днищем для разгрузки картофеля самотеком без опрокидывания. Контейнеры устанавливают по всей площади хранилища в 3...5 ярусов зазорами между ними 50 мм при общей высоте складирования 4...5,5 м. Между штабелями контейнеров оставляют проходы шириной не менее 1 м

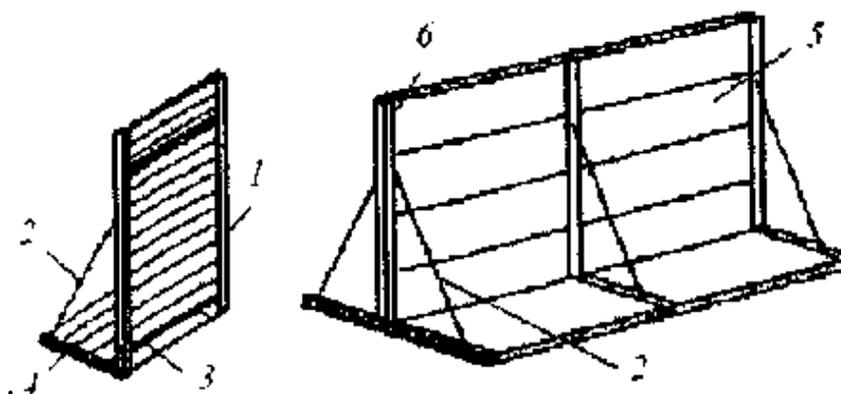


Рисунок 3 - Стенки, самостоятельно удерживающие насыпь продукции: а - из L-образных стальных или деревянных элементов; J-образных стальных или деревянных элементов; в - контейнеров; 1 -стальной L-образный элемент; 2 - тяж; 3 - связь; 4 - настил; 5 - заполнение; б – стойка.

При хранении и транспортировании картофеля в контейнерах резко уменьшается количество механических повреждений, наносимых клубням при их перегрузке; упрощается также механизация погрузочно-разгрузочных работ, выполняемых обычно с помощью аккумуляторных электропогрузчиков.

В экспериментальных хранилищах продовольственный картофель хранят сплошной насыпью (навалом) высотой 4...5 м по всей площади помещения без устройства закров и перегородок, что способствует повышению использования площади хранилища.

Помещения для яровизации (проращивания) картофеля оборудуют стеллажами по высоте в пять ярусов. Стеллажи устраивают с сетчатым покрытием разборными комплектами шириной 1200 мм с отступами один от другого 800 мм. Между стеллажами и наружной стеной сделан проход (отступ) шириной 750 мм. Расстояние между ярусами стеллажей 750 мм. Нижняя полка расположена на высоте 250 мм от пола. Борта стеллажей изготовляют из планок шириной 40...50 мм с просветами между ними 20 мм. Картофель укладывают на стеллажи для яровизации в 2...3 ряда, т. е. с загрузкой на каждую сетку стеллажей слоем 150 мм.

Корнеплодохранилища для семенной и продовольственной свеклы и брюквы оборудуют закромами таких же размеров и такой конструкции, как и для хранения продовольственного картофеля. Морковь хранят в контейнерах и ящиках, а прочие продовольственные и семенные корнеплоды - корневые сорта петрушки, сельдерей и репу — в ящиках. Ящики размещают в хранилищах на поддонах пакетами, а контейнеры - штабелями с зазорами между ними 50 мм; предельная ширина пакетов и штабелей 6...7 м, длина до 6 м и высота до 4 м.

В корнеплодохранилищах вместимостью до 250 т можно хранить морковь, петрушку, сельдерей и репу в штабелях непосредственно на глинобитном полу с прослойкой каждого ряда умеренно влажным песком. Корнеплоды укладывают в штабеля с отступом от наружных стен 250 мм при длине штабеля до 6 м, ширина в нижней части 1,5 м, в верхней - 1 м.

Между пакетами ящиков, штабелями контейнеров и штабелями корнеплодов, уложенных непосредственно на глинобитном полу и переслоенных песком, оставляют проходы шириной не менее 1 м или проезды шириной не менее 4 м.

Капустохранилища оборудуют закромами таких же размеров в плане, как и закрома в картофелехранилищах или корнеплодохранилищах для свеклы и брюквы. Предельная вместимость закромов 35...40 т при высоте загрузки капусты 2...2,5 м. Стенки закромов делают на 200 мм выше уровня загрузки капусты. Капуста может храниться также в контейнерах, которые устанавливают в штабелях размером 6<sup>x</sup>7 м и высотой до 4 м с устройством между контейнерами зазоров в 50 мм, а между штабелями контейнеров - соответствующих проходов и проездов.

Капусту можно укладывать на хранение по всей площади хранилища сплошным массивом высотой 2,0...2,5 м или штабелями высотой 1,5 м при длине штабеля до 6 м и ширине его понизу 2 м, а поверху 1,5 м.

Хранилища вместимостью до 250 т могут быть оборудованы стеллажами по высоте в три яруса. Продовольственную и семенную капусту укладывают на стеллажи штабелями в три ряда, т. е. с загрузкой каждой полки стеллажа на высоту до 750 мм. Расстояние между полками стеллажей должно быть 1 м. Нижние полки стеллажей располагают над полом на высоте 250 мм. Ширина стеллажей 2...2,2 м, длина не более 6 м.

По отношению к наружным стенам стеллажи располагают с отступом 200 мм. Конструкция стеллажей разборная. Настил стеллажей состоит из жердей диаметром 50 мм, уложенных в овальные углубления поперечных пластин с просветами 80 мм. Чтобы жерди не сдвигались с места, их можно объединять в щиты подшивными планками. Такая конструкция стеллажей позволяет поперечины не закреплять гвоздями и легко разбирать настил и поперечины при дезинфекции хранилища.

Хранилища для лука-репки оборудуют закромами такой же конструкции, как и для картофеля - шириной до 7 м, длиной не более 3 м, вместимостью до 18 т. Хранилища вместимостью до 100 т допускается оборудовать стеллажами шириной 2,0...2,2 м в три яруса.

Высота загрузки лука-репки в закромах 2,0...2,5 м, а на полках стеллажей - 0,7 м. Расстояние между полками стеллажей должно быть 1 м, а между

полом хранилища и нижней полкой - 250 мм. Просветы в полках стеллажей 15...20 мм.

Хранилища для лука-севка вместимостью до 50 т оборудуют разборными стеллажами по высоте в шесть ярусов, на которых лук-севок хранят насыпью слоем 300 мм. Стеллажи устраивают отдельными комплектами шириной 2,0...2,2 м и длиной до 6 м. Расстояние между полками стеллажей должно быть 500 мм. Полки и борта стеллажей выполняют из планок с просветом 10...15 мм.

В хранилищах вместимостью более 50 т лук-севок хранят в ящиках, которые устанавливают пакетами размером не более 6х6 м в 3...4 яруса по высоте, но не более 4 м, с устройством соответствующих проходов и продольного (центрального) проезда. В закромных лукохранилищах лук-севок и лук-выборки хранят насыпью высотой 2 м.

Технологическое оборудование хранилищ подбирают в зависимости от способа хранения, вида овощей и с учетом экономической и хозяйственной целесообразности использования машин и оборудования в местных условиях.

Для загрузки в закрома картофеля, свеклы и брюквы используют конвейер-загрузчик ТЗК-30. Автосамосвал с грузом въезжает в хранилище и выгружает картофель и овощи в приемный бункер конвейера-загрузчика, который подает картофель и овощи в загром, передняя стенка которого разобрана. По мере загрузки и формирования насыпи переднюю стенку закрома разбирают. После загрузки основных закровов картофель и овощи загружают в приставные закрома.

Для выгрузки картофеля из закровов используют конвейер ТЗК-30, на который вместо приемного бункера навешивают подборщик роторного типа. При выгрузке картофеля конвейер подает его в приемный бункер картофелесортировочного пункта. Обработанный картофель выгрузным конвейером КСП-15 и конвейером ТП-30 загружают в кузов автомашины.

В секционных хранилищах для сортировки, обработки и перемещения

лука, моркови и капусты используют сортировальные машины СЛС-7 и систему конвейеров СТХ-30.

Контейнеры и ящики с картофелем и овощами устанавливают в рабочем проезде или в секциях хранилища электропогрузчиком серии 4004А или электроштабелером ЭШ-181, которые применяют и для выгрузки из хранилища.

#### 4 Размещение плодоовощной продукции в хранилищах

В помещениях хранения, картофель и овощи складировуют россыпью (навалом) или в таре. Россыпью хранят продукцию, идущую в основном на продовольственные цели и промышленную переработку. Преимущества этого способа - его доступность, низкая удельная стоимость помещений хранилищ; недостаток — сложность размещения мелких партий продукции.

В таре, как правило, содержат семена элитного картофеля, семенники овощных культур, фрукты, а картофель и овощи - в комбинированных хранилищах сравнительно малой вместимости (не более 1000 т). Контейнерный способ хранения предпочтителен тем, что продукция проще размещается по сортам, репродукциям и фракциям, ограничивается распространение болезней, обеспечивается высокая производительность труда. При этом способе после укладки клубней все последующие операции осуществляют с тарой. Основные недостатки контейнерного способа хранения — значительные капиталовложения в тару, сопоставимые со стоимостью хранилища.

Возможна комбинация этих двух способов складирования. Она доступна только крупным предприятиям, так как требует двух видов специализированного оборудования для механизации технологических процессов.

При выборе способа складирования продукции необходимо учитывать все факторы - стоимость хранилища, качество закладываемой продукции, урожайность (для семенной продукции), затраты труда на доставку и внутреннюю транспортировку продукции, производительность труда, энергоёмкость производства и др.

Картофель и овощи разных хозяйственно-биологических сортов, репродукций, а также требующие различных температурно-влажностных условий, как правило, хранят отдельно. В одном помещении допускается вместе хранить следующие виды овощей: лук и чеснок; картофель и свеклу; морковь, свеклу и редьку. Картофель и овощи хранят отдельно от фруктов, так как при совместном хранении их качество ухудшается. Хранение

осуществляют в полной темноте, за исключением картофеля. Имеются данные, что при рассеянном свете сохранность семенной фракции повышается за счет накопления соланина в клубнях верхнего слоя, находящегося в самых неблагоприятных условиях. В условиях искусственного освещения у большинства сортов продовольственной капусты повышается устойчивость кочанов к серой гнили. Листья кочанов лежких сортов на свету не поражаются этой болезнью.

Высоту насыпи маточных корнеплодов принимают 2,8 м, продовольственных и лука всех генераций - 3,6, картофеля - 5, а штабеля - 5...5,5 м. На практике высоту насыпи корректируют с учетом качества продукции, а также технического состояния систем активного вентилирования. Проходов и проездов в камерах не предусматривают. За грузовой дверью оставляют площадку размерами, обеспечивающими маневрирование погрузчиков.

Максимальная вместимость одного помещения хранения при складировании продукции россыпью: для лука всех регенераций - 250 т, семенного картофеля - 500, капусты - 750, продовольственного картофеля и корнеклубнеплодов - 1000 т. Вместимость помещений хранения кормовых корнеплодов и картофеля не ограничивается. В отечественной практике проектирования эта величина не превышала 4000 т. Вместимость холодильных камер и камер с РГС следует принимать в зависимости от номинальной вместимости холодильника. При вместимости холодильника 500...2000 т вместимость камеры не превышает 300 т, а при общей вместимости до 5000 т - не более 600 т.

Вместимость отдельных помещений хранения ограничивают из-за возможности распространения болезней, необходимости создания в сжатые сроки равномерного температурно-влажностного режима и поддержания его в допустимых пределах при выгрузке продукции.

## 5 Способы хранения плодоовощной продукции

Наибольшая продолжительность хранения овощей и фруктов в оборудованных хранилищах достигается в рамках следующих критериев:

- температура окружающей среды 0 до +4°C;
- влажность 90-95%;
- максимальная герметичность камер;
- грамотный подбор пропорций содержания в воздухе кислорода и углекислоты под конкретный продукт хранения.

Различают следующие способы хранения продукции:

-холодильное;

-холодильное с регулируемой газовой средой (РГС) в условиях, когда осуществляются контроль и регулирование параметров газовой среды, образованной как жизнедеятельностью плодоовощной продукции, так и путем использования специальных установок;

-при активной вентиляции, в том числе с применением биологических и химических средств защиты;

-при активной вентиляции с использованием искусственного холода; - при общеобменной вентиляции с использованием естественного или искусственного холода, в том числе в полиэтиленовых упаковках с газоселективными мембранами.

В последние годы на практике применяются следующие передовые решения в рамках регулируемой газовой среды:

1. RCA (Rapid Controlled Atmosphere) – снижение содержания кислорода в воздухе до 2-3% за трое суток, позволяющее продлить срок хранения овощей и фруктов.

2. ILOS (Initial Low Oxygen Stress) - оперативное уменьшение концентрации кислорода до 5% за 8-10 часов после помещения продукции в камеру хранилища.

3. LECA (Low Ethylene Controlled Atmosphere) – понижение концентрации этилена в воздушной среде хранилища с помощью специальных катализаторов.

Управление составом атмосферы осуществляется с помощью компьютерного оборудования, оснащенного специальными программами автоматизации рабочих процессов. Подобные технологии позволяют добиваться впечатляющих результатов, как в продлении срока хранения овощей и фруктов, так и в области качества сохраняемой продукции.

Содержание в воздухе хранилищ кислорода подразделяется на три регулируемые категории газовой среды:

- стандартная атмосфера ( $O_2$ : 3-4%,  $CO_2$ :3-5%);
- пониженное содержание кислорода – ( $O_2$ : 2%,  $CO_2$ :1-3%);
- сверхнизкая концентрация кислорода ( $O_2$ :1%,  $CO_2$  – от 0 до 2%)

На стадии проектирования овощехранилища подбираются необходимые газовые среды для конкретных камер, предназначенных для хранения определенной овощной и фруктовой продукции.

При складировании продукции россыпью температурно-влажностный режим в насыпи регулируют принудительным вентилированием наружным, внутренним воздухом или их смесью. Расход воздуха в зонах с зимними расчетными температурами  $-20$  и  $-30^\circ C$  в лечебный и в период охлаждения (расчетный) должен быть не менее 100 и 70  $m^3/ч$  для семенного картофеля, 70 и 50 - для продовольственного картофеля и корнеплодов, 150 и 100  $m^3/ч$  - для капусты, лука. В основной период хранения расход воздуха уменьшают в 2 раза.

До реализации основного периода хранения необходимо выдержать температурно-влажностные параметры среды хранения и их оптимальную продолжительность для соответствующих видов продукции. Картофель должен проходить лечебный период, лук - просушку.

Хранение лука всех генераций без листьев предусматривает поддержание, кроме основного периода хранения, периодов просушки и охлаждения.

Просушка наружных чешуи до влажности 14... 16% осуществляется в секциях хранения подачей в насыпь продукции подогретого до 25...30°C воздуха. Продолжительность сушки не должна превышать 72 ч. Допускается досушивать вызревший здоровый лук наружным воздухом, подогретым на 3...5°C при интенсивности вентилирования 250 м<sup>3</sup>/ч-т в течение шести-восьми суток. Максимально допустимая температура вентиляционного воздуха на входе в насыпь 35°C. Просушивают лук с листьями при температуре вентиляционного воздуха 30...35°C и интенсивности вентилирования не менее 350 м<sup>3</sup>/ч-т.

Охлаждают лук вначале до минимальной температуры наружного воздуха, а после наступления устойчивых холодов и при хранении с искусственным холодом - до температуры основного периода хранения.

Лук-севок, лук-выборок и лук-матку после просушивания прогревают при 45...47°C в течение 10...12 ч партиями.

Лук с листьями просушивают при температуре вентиляционного воздуха 30...35°C и интенсивности вентилирования 350 м<sup>3</sup>/ч-т.

Охлаждают в два этапа; в начале до 18...25°C, при наступлении отрицательных температур наружного воздуха - до температуры хранения. При искусственном охлаждении температуру до расчетных значений снижают сразу.

В период хранения при длинных оттепелях и весной в хранилищах без искусственного холода температуру поднимают до 18...25°C. Время перехода от одного режима на другой должно быть минимальным во избежание яровизации. Считается, что общая продолжительность пребывания при 0...17°C не должна превышать 15 дней. Перед посадкой лук прогревают в течение двух недель при 18...20°C.

Температуру овощей снижают в возможно короткие сроки (не более 15 суток) независимо от способа охлаждения.

Улучшить сохранность овощей и картофеля можно путем обработки их поверхности консервантами или антисептирования среды хранения.

## 6 Вентиляция хранилищ

Система активной вентиляции предназначена для искусственного продувания воздуха через толщу насыпи хранящегося в закромах или навалом картофеля с целью: просушки его после уборки во время дождя; интенсификации в первый «лечебный» период образования на клубнях раневой перидермы и отложения ряда вещества, защищающих клубни от повреждения микроорганизмами; охлаждения картофеля после «лечебного» периода до оптимальной для хранения температуры; регулирования температуры, регулирования температурно-влажностного режима в массе картофеля, а также и в самом хранилище.

В хранилищах вместимостью более 500 т обычно устраивают не менее двух автономных систем вентиляции, обеспечивающих взаимозаменяемость приточных установок на случай выхода из строя одной из них. Производительность вентиляционного оборудования для хранилищ картофеля принимают из расчета подачи 50-70 м<sup>3</sup> воздуха в 1 ч на 1 т картофеля.

Система для активного вентилирования состоит из приточной шахты с жалюзийным заборным отверстием, рециркуляционного воздуховода, реверсивных вентиляторов осевого типа с электродвигателями, подпольных магистральных, распределительных и напольных решетчатых каналов-воздуховодов.

Приточную вентиляционную шахту прямоугольного сечения 2400<sup>x</sup> 1110 мм располагают у наружной стены вентиляционной камеры. Стены шахты от пола до покрытия выкладывают из кирпича толщиной 250 мм и утепляют изнутри минераловатными плитами, газобетоном или пенобетоном. Проем с жалюзийной решеткой для забора наружного воздуха в наземных хранилищах предусматривают в наружной стене шахты, а в полузаглубленных и заглубленных — над покрытием в верхней части шахты.

Рециркуляционный деревянный воздуховод сечением 600х600 или ме-

таллический диаметром 600 мм для подачи воздуха из хранилища в вентиляционную систему подсоединяют к приточной шахте и снабжают также шибером. Открытый конец рециркуляционного воздуховода, введенный в помещение, закрывают металлической сеткой.

Реверсивные вентиляторы осевого типа или центробежные, которые создают движение воздуха в системе активной вентиляции, устанавливаются в вентиляционной камере на бетонных фундаментах и при помощи металлических переходных устройств присоединяют к воздуховодам системы на фланцах. Приводом вентиляторов служат электродвигатели мощностью 5,6..6,3 кВт. На каждые 500...650 т вместимости хранилища требуется два осевых реверсивных вентилятора с подачей 12000 и 15000 м<sup>3</sup> воздуха в 1 ч.

Магистральный канал-воздуховод шириной 900 мм прокладывают под рабочим проходом (проездом). Под каждый загром магистральный воздуховод имеет ответвление с дроссельной заслонкой или шибером, которыми управляют из рабочего прохода при помощи канатов или металлических тяг. Через ответвления вентиляционный воздух нагнетается в подпольное пространство каждого загрома или отсасывается из него. Устройство ответвлений, снабженных регулирующими заслонками под каждым загромом, позволяет проводить раздельное вентилирование загромов с необходимой интенсивностью. Воздух, нагнетаемый вентилятором по магистральному каналу, поступает в массив картофеля через ответвления и решетчатые полы загромов или при сплошных полах - через распределительные подпольные и шатровые решетчатые напольные каналы-воздуховоды. Распределительный подпольный канал-воздуховод делают шириной 530 мм. Для сохранения одинакового напора воздуха в различных частях воздуховодов высоту магистрального канала уменьшают от 900 мм в начале и до 450 мм в конце, а высоту распределительного канала - до 450... 200 мм. Длину магистральных и распределительных каналов-воздуховодов принимают не более 35 м, длину подпольного пространства под загромами - не более 9 м, а воздуховодных распределительных каналов - 12 м.

Стены магистральных каналов выполняют из кирпича марки 100 на растворе марки 50, толщиной 380 мм, а распределительных каналов - толщиной 250 мм. Днища каналов толщиной 100 мм из бетона марки М 50. Перекрывают их железобетонными плитами. Внутренние поверхности стен каналов затирают сложным раствором, а наружные поверхности обмазывают горячим битумом.

Решетчатые полы в закромах укладывают по лагам на кирпичных столбиках.

Напольные шатровые каналы располагают на расстоянии между ними в свету 1200 мм, а от параллельной глухой стенки закрома на расстоянии не более 800 мм. Их делают из антисептированных досок, соединенных в шпунт на планках, или из листовой оцинкованной стали.

В секционных хранилищах подпольные каналы-воздуховоды выполняют из сборных железобетонных лотков переменной высоты, располагая их вдоль секций по тупиковой схеме,

В «лечебный» период и период охлаждения вентиляция полностью работает на наружном воздухе, когда температура его ниже температуры в хранилище (но не ниже 1°C). При температуре наружного воздуха ниже 1°C система работает с частичной или полной рециркуляцией, обеспечивая температуру смеси наружного и внутреннего воздуха не ниже ГС.

В период, когда температура наружного воздуха выше температуры в хранилище, системы вентиляции работают полностью на рециркуляцию. В период длительного хранения параметры внутреннего воздуха поддерживаются работой систем вентиляции с частичной или полной рециркуляцией.

Для искусственного охлаждения воздуха при весенне-летнем хранении и регулировании относительной влажности воздуха при работе системы на рециркуляцию снаружи хранилища пристраивают ледогенератор с постоянной теплоизоляцией стен. Воздух из хранилища вводится по воздуховоду в верхнюю часть ледогенератора; охлажденный воздух отсасывается снизу ледогенератора металлическим воздуховодом, подсоединенным к приточной

шахте. Воздуховоды, входящие в льдогенератор, снабжаются шиберами.

В хранилищах небольшой вместимости применяют также местные стационарные и передвижные холодильные установки с непосредственным испарением. В больших хранилищах применяют машинное охлаждение воздуха, используя централизованные холодильные станции.

Для осушки воздуха в хранилище делают из листовой оцинкованной стали конденсационный теплообменник с приточной шахтой, выведенной наружу непосредственно из помещения для хранения. Теплообменник подсоединяют к рециркуляционной трубе. При устройстве теплообменника воздух из хранилища забирается через специальные клапаны с регулируемыи заслонками. Под теплообменником устраивают лоток для сбора образующегося конденсата.

Для подогрева воздуха используют отопительные установки с различным теплоносителем (горячая вода, пар), а также огневые и электрические калориферы, обеспечивающие пожарную безопасность. Для удаления увлажненного воздуха устраивают вытяжные шахты с регулируемыи клапанами.

Применение систем активной вентиляции позволяет снизить потери картофеля при хранении в 1,5...2,0 раза и значительно уменьшить затраты на эксплуатацию по сравнению с теми же затратами при естественной вентиляции.

## **7 Расчет вентиляционной системы картофеле- и овощехранилищ**

При хранении плодоовощной продукции россыпью предусматривается *активное вентилирование*, а при хранении в таре - *общеобменная вентиляция*.

Система *активного вентилирования* должна обеспечивать подачу в массу продукции наружного или внутреннего воздуха или их смеси с требуемой температурой, а также возможность изменения интенсивности вентиляции в отдельных помещениях (камерах) или частях насыпи продукции.

Система *общеобменной вентиляции* должна обеспечивать подачу в хранилище наружного воздуха, полную или частичную рециркуляцию воздуха с его искусственным охлаждением и увлажнением, а также перемешивание воздуха в объеме хранилища.

Интенсивность вентилирования массы продукции в период охлаждения и лечебный период приведена в приложении 1. Зимой (в период основного хранения) приведенные показатели снижаются на 50%.

В хранилищах с активной вентиляцией расстояние между воздухораспределяющими каналами должно быть не более 2 м, а скорость воздуха на выходе из воздухораздающих устройств в массу продукции должна быть равной 1...2 м/с. При расчете скорости потока воздуха следует учитывать площадь закрытия продукцией перфорации решеток и щелей на 40...50%.

Воздухоохладители могут быть подвесными, навесными и постаментными.

Постаментные воздухоохладители устанавливают вне полезного объема камер - на антресолях грузовых коридоров; навесные и подвесные - непосредственно в камерах. При хранении картофеля и овощей россыпью воздухоохладители устанавливают в системе активной вентиляции или в верхней зоне.

При хранении плодоовощной продукции в таре с искусственным охлаждением и использованием воздухоохладителей в большинстве случаев применяется бесканальное воздухораспределение. Дальность воздействия воздушных струй в секциях хранения на картофель и овощи рассчитывают исходя из обеспечения скорости воздуха в конце струи не менее 0,2 м/с.

В результате действия теплопритоков повышается температура в хранилище - для ее снижения и удаления продуктов дыхания - диоксида углерода необходима вентиляция. Интенсивность вентилирования для периода охлаждения продукции до температуры хранения определяют с учетом всех теплопритоков к вентиляционному воздуху.

Сама охлаждаемая продукция является основным источником тепlopоступления, определяемого ее теплоемкостью и дыханием. К дополнительным источникам теплопритоков относятся: тепlopоступление через ограждающие конструкции, теплота от тары, электропривода, освещения, воздуховода и пола.

Расчет интенсивности вентиляции производится по фазам хранения с учетом непрерывного изменения температуры воздуха, поступающего в хранилище и удаляемого из него по мере охлаждения штабеля с продукцией.

Выбор продолжительности каждой фазы зависит от общей продолжительности периода охлаждения и климатических условий данной местности. По многолетним данным метеостанции, определяют график изменения температуры наружного воздуха в осенние месяцы (сентябрь-ноябрь) и среднюю температуру для каждой фазы. Расчет по фазам проводят с постепенным снижением конечной температуры охлаждаемой продукции до температуры хранения.

Расчет массового расхода вентиляционного воздуха производится по формуле:

$$M_{\epsilon} = \frac{Q_{xo}}{i_H - i_B} \quad (1)$$

где  $M_{\epsilon}$  - массовый расход вентиляционного воздуха, кг/с;

$Q_{XO}$  -баланс теплопритоков в камере в момент охлаждения, принимается равным суммарным теплопритокам, за исключением теплопритока от вентиляции (методика расчета изложена в п. 6.4.3);

$i_H, i_B$  — удельная энтальпия наружного воздуха и воздуха в камере, кДж/кг.

Интенсивность вентиляции определяется из выражения

$$M_{II} = \frac{3600 M_B}{p V_M} \quad (2)$$

где  $M_u$  - интенсивность вентиляции, м /тч;

$p$  - плотность атмосферного воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$V_M$  — массовая вместимость хранилища по продукту, т.

Тогда объемный расход воздуха (м<sup>3</sup>/ч) равен

$$M_V = M_{II} - V_M \quad (3)$$

Подсчитав массовый расход вентиляционного воздуха для всех фаз охлаждения, выбирают его наибольшее значение. Для этого значения массового расхода определяют полную подачу и требуемое давление, которые должен обеспечить вентилятор.

Расчетную подачу вентилятора (м<sup>3</sup>/ч) определяют по формуле

$$Q_B = \frac{M_B}{n_B} \quad (4)$$

где  $Q_B$  - расчетная подача вентилятора, м /ч;

$n_B$  - число вентиляционных установок.

Обычно для хранилищ вместимостью более 500 т необходимо не менее двух автономных вентиляционных установок. Для расчета составляют схему вентиляции.

Площадь поперечного сечения магистрального и распределительного вентиляционных каналов определяют исходя из расхода и максимально допустимой скорости движения воздуха по формуле

$$S_B = \frac{Q_{KB}}{3600 * w_B} \quad (5)$$

где  $S_{BB}$  - площадь поперечного сечения магистрального и распределительного вентиляционных каналов, м<sup>2</sup>;

$Q_{KB}$  - расход воздуха через рассчитываемый канал, м<sup>3</sup>/ч;

$w_B$  - скорость движения воздуха через канал, м/с.

Расчетное полное давление (Па), которое должен развивать вентилятору вычисляют по формуле

$$P_e = \sum(R_{TP} L_B + R_M) + P_G \quad (6)$$

где  $P_e$  — расчетное полное давление, Па;

$\sum(R_{TP} L_B + R_M)$  - потери давления на трение и в местных сопротивлениях; в наиболее протяженной ветви вентиляционной сети. Па;

$P_G$  - гидравлическое сопротивление насыпи продукции, Па;

$R_{TP}$  - удельные потери давления на трение в воздухопроводе, Па/м;

$L_B$  - длина воздухопровода, м;

$R_M$  — потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Гидравлическое сопротивление насыпи продукции равно:

$$P_z = P_v H_{ПП} , \quad (7)$$

$P_v$  - удельное гидравлическое сопротивление насыпи высотой 1 м, Па/м;

$H_{ПП}$  - высота насыпи продукции, м.

При движении по системе любой среды: воды, воздуха, рассола - происходят потери давления: на трение о стенки трубы и в местных сопротивлениях (повороты, задвижки, ответвления, перемена сечения трубопровода).

Потери на трение в воздухопроводах определяют по формуле

$$R = R_{TP} * L_S = \frac{P_\partial * \lambda_{TP} * L_B}{D_{BH}} \quad (8)$$

где  $P_\partial = (P_B - \rho^2 L_B) / 2$  - динамическое давление воздуха, Па;

$\lambda_{TP}$  - коэффициент трения, значение которого зависит от шероховатости трубы и режима течения (ламинарный, турбулентный). Режим течения который характеризуется числом Рейнольдса (кг/мПа):

$$Re = \frac{\omega * D_{BH} * P_B}{\mu} \quad (9)$$

где  $\rho$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  - динамическая вязкость потока, Пас;  $\omega$  - скорость движения воздуха, м/с;  $L_B$  - длина трубопровода, м;  $D_{BH}$  - внутренний диаметр трубы, м.

Коэффициент трения:

$$\lambda_{TP} = 0,11 * \left( \frac{K_{TP}}{D_{BH}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25} \quad (10)$$

где  $K_{TP} = 0,06 \dots 0,20$  - шероховатость стальных труб, мм, для листовой стали

$$K_{TP} = 0,0001.$$

Если применяют прямоугольные трубы, то вместо диаметра используют эквивалентный диаметр (м):

$$De = \frac{2 * A_B * B_B}{A_B + B_B} \quad (11)$$

где  $A_B, B_B$  — длина сторон прямоугольного воздуховода, м.

Потерю давления в местных сопротивлениях (Па) определяют по формуле

$$R_M = \sum P_{MC} * \frac{PB * \omega^2}{2} \quad (12)$$

где  $P_{MC}$  - коэффициент местного сопротивления, Па/м.

Мощность привода вентилятора определяют по формуле

$$N = \frac{Q_B * P_B}{1000 * \eta} \quad (13)$$

где  $N$  - мощность привода вентилятора, кВт;

$P_B$  - полное давление, развиваемое вентилятором, Па;

$\eta$  - к.п.д. вентилятора.

Для хранилищ более 500 т необходимо не менее двух автономных вентиляционных установок. Один вентилятор может обслуживать несколько магистральных каналов, каждый из которых обслуживает несколько камер.

После составления схемы вентиляции для всех камер хранилища, определяют количество воздухораспределителей, расположенных по длинным сторонам камеры. Расчетная схема - сеть составляется в плане для всего холодильника и наносится на бумагу. Сеть разбивается на участки с постоянным сечением воздуховодов и расходом воздуха, как это показано на рисунке 7.5. Участки нумеруются, начиная с самого удаленного по магистрали. На схему наносятся также длина участка, его сечение и расход воздуха. В магистральных каналах скорость воздуха  $v < 10$  м/с, в распределительных - 5 м/с.

При расчете площади сечения воздуховода предпочтение отдают круглому сечению воздуховодов из нормируемого ряда: 100, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 325, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000 мм.

Размеры прямоугольных трубопроводов выбирают из ряда: 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1600, 2000 мм.

После окончательного выбора размера трубопровода определяют фактическую скорость воздуха.

## 8 Контрольные вопросы

1. Как подразделяются плодоовощехранилища?
2. Виды капитальных хранилищ по отношению к планировочной отметке?
3. Перечислите виды складирования плодоовощной продукции россыпью.
4. Чем отличаются охлаждаемые хранилища для плодоовощной продукции?
4. Как можно разделить хранилища плодов и овощей по степени капитальности?
5. Чем обусловлен выбор межсекционных перегородок в овощехранилищах?
6. Опишите устройство бурта.
7. Опишите устройство траншеи.
8. Принцип проектирования хранилищ для плодов и овощей?
9. Опишите, как устроены закрома в плодоовощехранилищах?
10. Опишите комбинации способов складирования плодоовощной продукции.
11. Какие должны быть показатели микроклимата при хранении плодоовощной продукции.
12. Перечислите способы хранения плодоовощной продукции.
13. Чем отличаются категории газовой среды в плодоовощехранилищах?
14. Опишите систему активного вентилирования плодоовощной продукции.
15. Чем обусловлен принцип работы общеобменной вентиляции в овощехранилищах?
16. Приведите формулу расчета массового расхода вентиляции воздуха в плодоовощехранилищах.
17. Как рассчитывается мощность привода вентилятора для вентиляционных установок в плодоовощехранилищах?

## 9 Приложение

Таблица 1 - Высота складирования плодоовощной продукции

Вид продукции	Высота складирования, м	
	Картофель, свекла, брюква	5,0
Морковь, репа, редька, капуста	2,8	5,5
Петрушка, сельдерей (корнеплоды)	-	5,0
Овощи зеленые	-	4,0
Лук	3,6	5,0
Чеснок	-	5,0
Бахчевые	-	5,5
Маточники овощных культур		
- капуста, свекла, брюква	2,8	5,5
- морковь, репа, редька	2,8	5,5
Яблоки, груши, перец, баклажаны	-	6,0
Виноград, косточковые, ягоды, томаты	-	5,5

Таблица 2 - Максимальная вместимость одного помещения при хранении растительного сырья

Вид продукции и способ складирования	Максимальная вместимость одного помещения хранения, т	
	в местах производства	в местах потребления
Семенной картофель:		
россыпью	500	
в таре	1000	
Продовольственный картофель:		
-россыпью	1000	1000
в таре	1000	500
Корнеплоды:		
-россыпью	1000	
в таре	1000	300
Капуста		
-россыпью	750	750
в таре	750	400
Лук		
-россыпью	250	
в таре	500	200
Яблоки, груши в таре	1000	400

Таблица 3 - Удельные нагрузки укладке в ящики хранилища по видам продукции (при укладке в ящики)

Вид продукции	Удельная нагрузка, Q, т/м <sup>3</sup>	Вид продукции	Удельная нагрузка, Q, т/м <sup>3</sup>
картофель	0,50	яблоки	0,36
томаты	0,33	груши	0,36
капуста	0,30	лук	0,34
свекла	0,46	апельсины	0,32
морковь	0,36	виноград	0,30
перец	0,22	баклажаны	0,25

Примечание: При укладке в ящики на плоских поддонах данные таблицы необходимо уменьшить на 6%, а при хранении в контейнерах - увеличить на 25%.

Таблица 4 – Тепловыделения сырья от дыхания при разных температурах

Вид продукции	Количество теплоты дыхания при температуре °С					
	0	2	5	10	15	20
Картофель	20	22	24	26	36	44
Томаты	17	20	28	41	87	102
Капуста	33	36	51	78	421	194
Свекла	20	28	34	60	116	213
Морковь	28	34	38	44	97	135
Яблоки	10	14	21	31	58	73
Груши	10	22	41	56	126	219
Апельсины	10	11	17	30	48	59
Виноград	9	17	24	36	49	78

Таблица 5 – Гидравлическое сопротивление насыпи различной продукции

Вид продукции	Толщина слоя, м	Интенсивность подачи воздуха на 1 м <sup>2</sup> сечения насыпи, перпендикулярной воздушному потоку, м <sup>3</sup> /ч					
		50	100	200	300	400	500
Картофель	1	2,9	4,0	19,0	34,3	54,5	85,4
	2	6,8	16,5	44,5	84,5	124,5	194,5
	3	11,1	24,0	73,5	144,0	221,0	326,5
	4	16,0	38,5	104,5	205,5	314,7	465,0
	5	21,0	51,0	138,0	270,0	420,0	612,0
	6	26,0	63,5	172,5	338,0	530,0	766,0
Лук	1	3,26	8,0	22,7	43,6	71,7	105,0
	2	4,79	19,4	54,3	104,0	170,0	251,0
	3	13,0	32,4	90,5	174,0	284,0	419,0
	4	18,6	46,5	130,0	250,0	408,0	602,0
Свекла	1	0,85	2,12	5,93	11,4	18,6	24,5
	2	1,70	4,24	11,86	22,8	34,2	55,0
	3	2,55	6,36	14,79	34,2	55,8	85,5
	4	3,40	8,48	23,72	45,6	74,4	110,0
Капуста	1	1,31	3,13	8,28	15,4	24,6	35,8
	2	2,62	6,26	16,56	30,8	49,2	71,6
	3	3,93	9,39	24,84	46,2	73,8	104,7
	4	5,24	12,54	33,12	61,6	98,4	143,2

Таблица 6 – Коэффициенты местных сопротивлений

Шахта с вытяжным зонтом	1,3
С жалюзийной решеткой	2,8
Вход в отверстие заподлицо со стеной	0,8
Вход и выход через неподвижную жалюзийную решетку	
Вход	1,8
Выход	2,2
Отвод под углом 90°	0,4
45°	0,2
Прямое колено под углом 90°	1,2
Плавное сужение канала	0,4
Свободный выход из канала	1,0
Тройник при нагнетании под углом 90 °	
Основной проход	0,1
Ответвление	2,0
Тройник при всасывании под углом 90 °	
Основной проход	4,0
ответвление	1,0
Диффузор после вентилятора	0,4
Воздухораспределитель	1,0

Таблица 7 - Интенсивность вентилирования массы продукта

Вид хранимой продукции	Минимально допустимая интенсивность вентилирования (м <sup>3</sup> /тч) в районах с расчетной температурой, °С	
	100	70
Семенной картофель	100	70
Продовольственный картофель, корнеплоды	70	50
Капуста» лук, чеснок	150	100

## Список использованной литературы

1. Глущенко Н.А. Сооружения и оборудования для хранения продукции растениеводства и животноводства. / Н.А. Глущенко, Л.Ф. Глущенко. - М.: КолосС, 2009. – 303 с.
2. Практикум по сооружениям и оборудованию для хранения продукции растениеводства и животноводства / А.А. Курочкин и [др.]. - Самара, 2005. - 213 с. ISBN 5-88575-125-0
3. Практикум по холодильному и вентиляционному оборудованию. /Н.В. Оболенский и [др.] - М.: КолосС, 2007. - 287 с.
4. Румянцев Ю.Д. Холодильная техника./Ю.Д. Румянцев, В.С. Калюнов. - СПб.: Профессия, 2005. - 360 с.
5. Скрипников Ю.Г. Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей. / Ю.Г.Скрипников, Э.С. Гореньков – М.: Колос, 1994. -227 с.
6. Технологическое оборудование для переработки продукции растениеводства./ А.А. Курочкин и [др.] - М.: Колос, 2007. - 445 с.
7. Цуранов, О.А. Холодильная техника и технология./О.А. Цуранов. - СПб: Лидер, 2004. - 448 с.