

Тема 6

Холодильные склады



6.1 Классификация холодильных складов и грузовых фронтов

Холодильный склад представляет собой комплекс сооружений и оборудования для хранения скоропортящихся грузов при оптимальных значениях температуры и влажности. Кроме термической обработки, хранения и отпуска скоропортящихся грузов в холодильных складах производят сортировку, упаковку, пакетирование и другие операции.

Первый холодильник в нашей стране был построен ещё при Петре Великом в Стрельне (Санкт-Петербург) на территории Константиновского дворца, для обслуживания торжественных церемоний и деловых встреч глав правительств России и иностранных государств (фон).

Холодильные склады классифицируют:

● **по назначению:**

- производственные;
- заготовительные;
- распределительные;
- транспортно-перезгрузочные;
- реализационные;

● **по способу охлаждения:**

- с ледяным или льдосоляным холодоносителем;
- с машинным охлаждением;
- неохлаждаемые (типа «термос»);

● **по занимаемой площади:**

- одноэтажные;
- многоэтажные;

● **по вместимости:**

- малые (до 500 т);
- средние (до 5 000 т);
- крупные (свыше 5 000 т);
- особо крупные (свыше 20 000 т).

6.2 Особенности планировки и конструкции холодильных складов

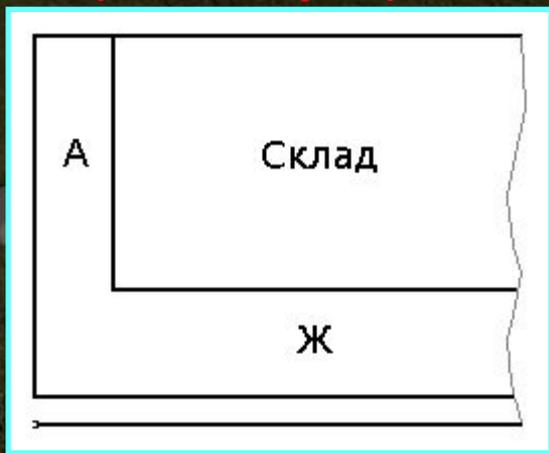
Планировка грузовых фронтов контактирующих видов транспорта бывает:



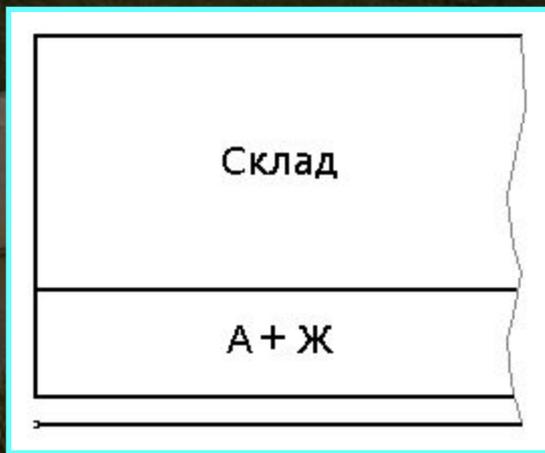
параллельной,



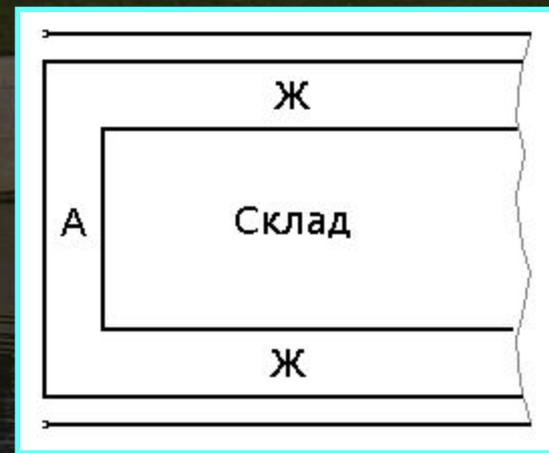
перпендикулярной,



совмещённой,



комбинированной.



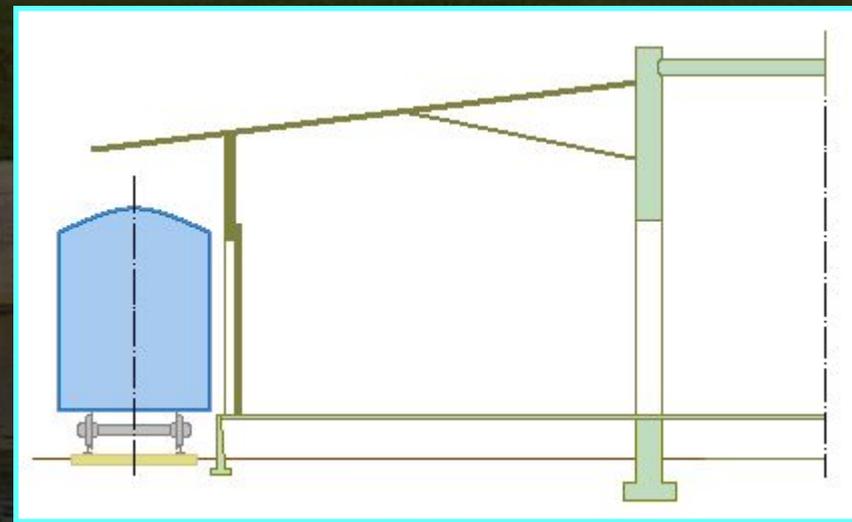
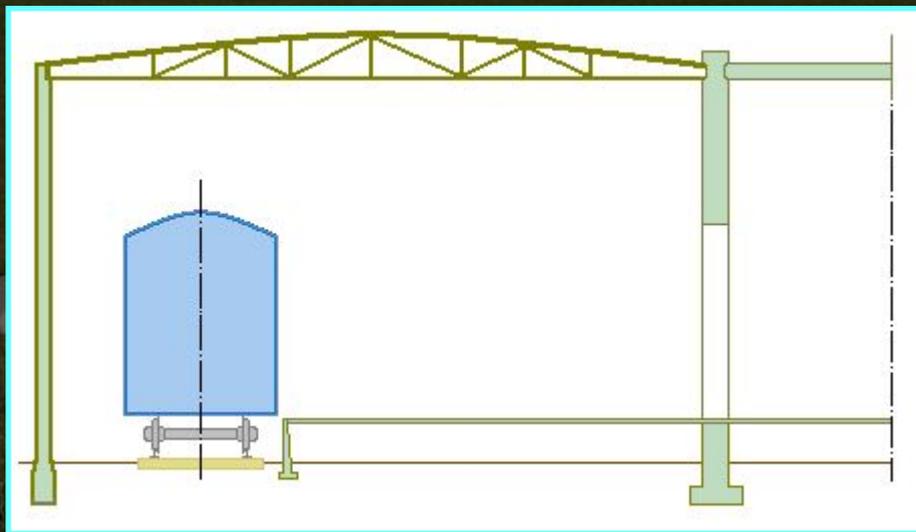
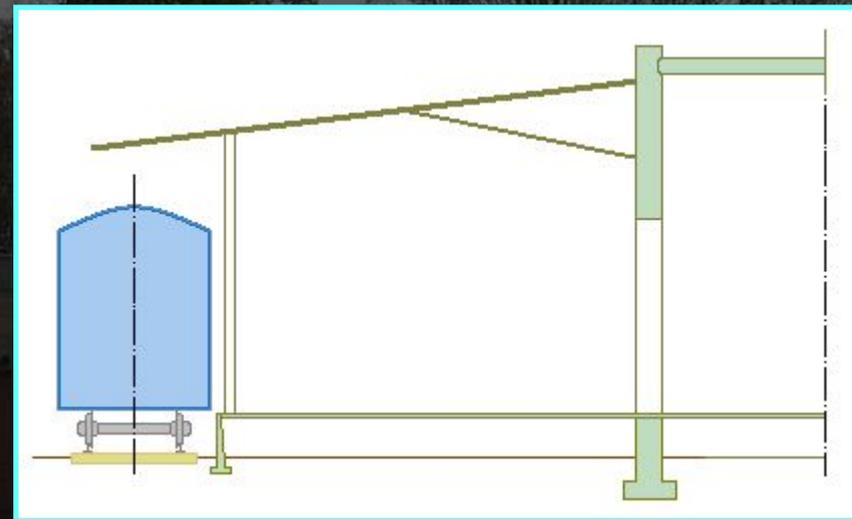
Особенности планировки и конструкции холодильных складов

Грузовые фронты холодильников могут быть:

открытыми,

закрытыми,

полузакрытыми.



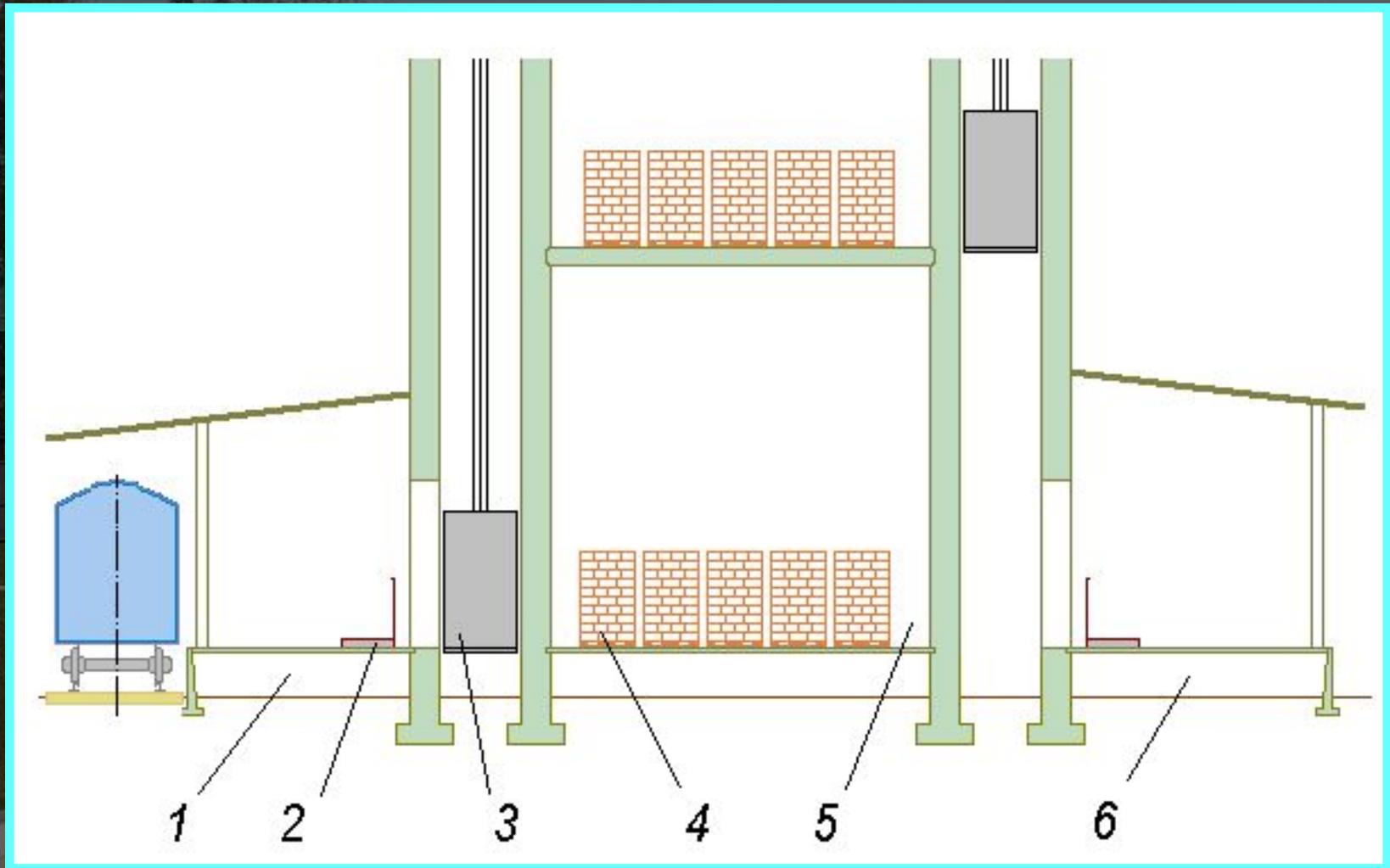
Особенности планировки и конструкции холодильных складов

К планировке холодильников предъявляют ряд требований:

- рациональное использование площади и вместимости склада;
- наименьшая встречность потока грузов;
- наименьшие теплопритоки через двери и ограждения;
- удобство обслуживания транспорта;
- возможность доступа в любое место склада (в том числе на случай пожара, аварии и др.);
- наличие вестибюлей, соединяющих автомобильную и железнодорожную платформы (экспедиции).



Особенности планировки и конструкции холодильных складов



Поперечное сечение типового многоэтажного холодильника

1 — железнодорожная экспедиция; 2 — весовой пост; 3 — лифт; 4 — груз; 5 — холодильная камера; 6 — автомобильная экспедиция

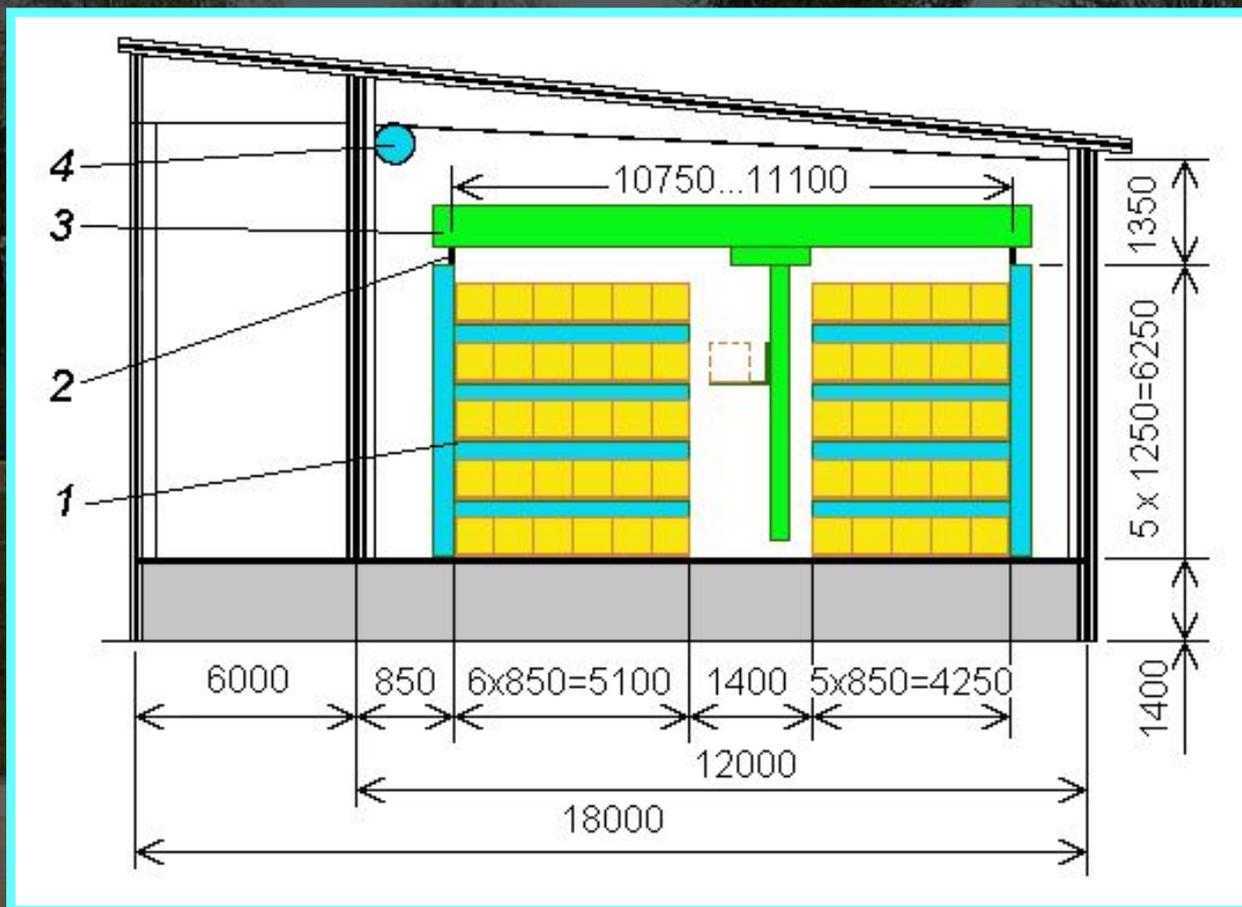
Конструкция здания холодильника имеет ряд особенностей:

- **тепловая изоляция стен, перегородок, пола и крыши** должны обеспечивать сохранение заданного теплового режима при наиболее неблагоприятных внешних факторах;
- **помещения камер** должны иметь паро- и гидроизоляцию;
- **миграцию холода в грунт**, приводящую к его промерзанию и вспучиванию, следует предотвращать путём размещения под зданием строительных плит с обогревом проточной водой при температуре 2°C или этиленгликолем;
- **двери склада** должны иметь специальную конструкцию (откатные, прислонные и др.) и воздушную завесу, уменьшающие теплопотупления при открывании.

Холодильные камеры многоэтажного холодильника специализируются следующим образом. Подвалы и первый этаж используют для охлаждённых грузов, что исключает промерзание и вспучивание грунта. Кроме того, на первом этаже устраивают камеры накопительные и сортировочные. Второй этаж занимают замороженными грузами и морозильными камерами, а остальные этажи — универсальными камерами.

Особенности планировки и конструкции холодильных складов

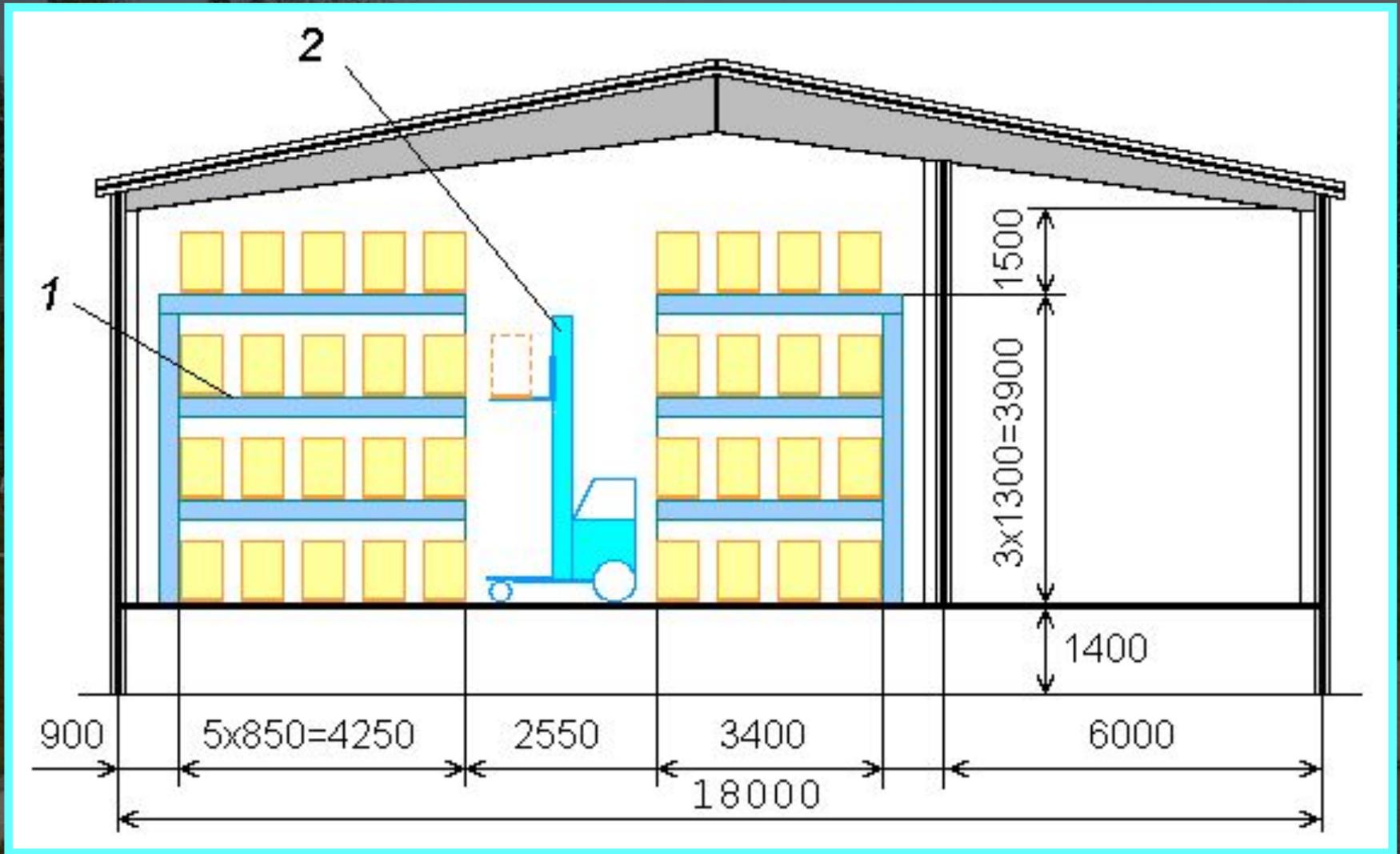
Строят стеллажные одноэтажные и многоэтажные (высотные) автоматизированные и роботизированные холодильные склады.



Вариант механизированного одноэтажного холодильного склада с въездными стеллажами и мостовым краном-штабелёром

1 — въездные стеллажи; 2 — подкрановый путь; 3 — мостовой кран-штабелёр; 4 — трубопроводы

Особенности планировки и конструкции холодильных складов



Вариант механизированного одноэтажного холодильного склада с въездными стеллажами и напольным краном-штабелёром

1 — въездные стеллажи; 2 — напольный кран-штабелёр

Потребную вместимость холодильного склада определяют, т:

$$E_{\text{п}} = \sum_i Q_{\text{г}i} \tau_{\text{хр}i}$$

где $Q_{\text{г}i}$ — среднесуточное поступление груза i -го вида на склад, т/сут;
 $\tau_{\text{хр}i}$ — продолжительность хранения груза i -го вида на складе, сут.

Вместимость холодильной камеры $E_{\text{к}}$, т, зависит от её площади $F_{\text{к}}$, м², и полезной нагрузки на единицу площади склада $q_{\text{к}}$, т/м²:

$$E_{\text{к}} = q_{\text{к}} \cdot F_{\text{к}} \cdot \beta_{\text{к}}$$

где $\beta_{\text{к}}$ — коэффициент использования площади камеры, учитывающий расположение зон хранения груза на поддонах, проезда погрузчиков и т.п. Обычно $0,4 \leq \beta_{\text{к}} \leq 0,8$.

Значение $q_{\text{к}}$ можно принимать от 0,6 до 0,8 т/м² при размещении груза на поддонах в один ярус.

6.3 Плодоовощные склады и станции предварительного охлаждения плодоовощей

Плодоовощной склад представляет собой комплекс охлаждаемых складских, накопительных и сортировочных помещений, а также устройств и складского оборудования для подготовки к доставке, сортировки, частичной переработки и хранения плодоовощной продукции.

Плодоовощные склады строят обычно одноэтажными модульными с усиленной циркуляцией воздуха и регулируемой газовой средой заданного состава (например, 5% CO_2 , 13% O_2 , 82% N_2). Такие холодильники могут иметь централизованную или индивидуальную систему выработки холода на основе аммиачной поршневой, эжекторной, абсорбционной и даже воздушной холодильной машины. Срок хранения овощей и фруктов при наличии охлаждения и регулирования состава газовой среды резко возрастает по сравнению с традиционными неохлаждаемыми складами.

Станции предварительного охлаждения плодоовощей (СПО) предназначены для охлаждения фруктов, ягод, овощей, бахчевых культур и корнеплодов непосредственно после сбора урожая до их отправки в места реализации или закладки на длительное хранение. Первые СПО появились в 1909 г. но после 1917 г. развития не получили.

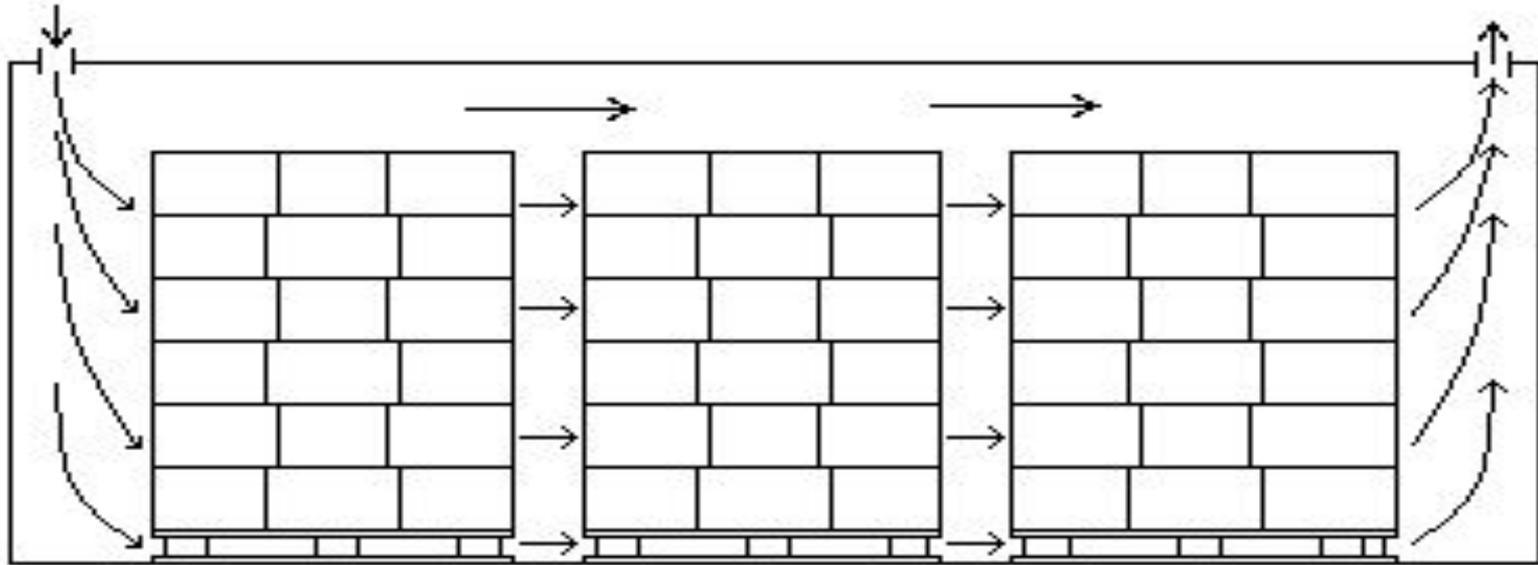
В настоящее время СПО оснащаются воздушными холодильными машинами.

В связи с этим СПО классифицируются на станции камерного, тоннельного и продувного типов.

Предварительное охлаждение плодоовощей до температуры хранения возможно четырьмя способами:

- подачей холодного воздуха в обычные камеры хранения или специальные камеры тоннельного типа;
- ледяной водой (гидроохлаждением) при помощи специальных охлаждаемых резервуаров и подвесного конвейера;
- при помощи вакуума;
- непосредственно в ИТВ после погрузки с помощью передвижной холодильной установки.

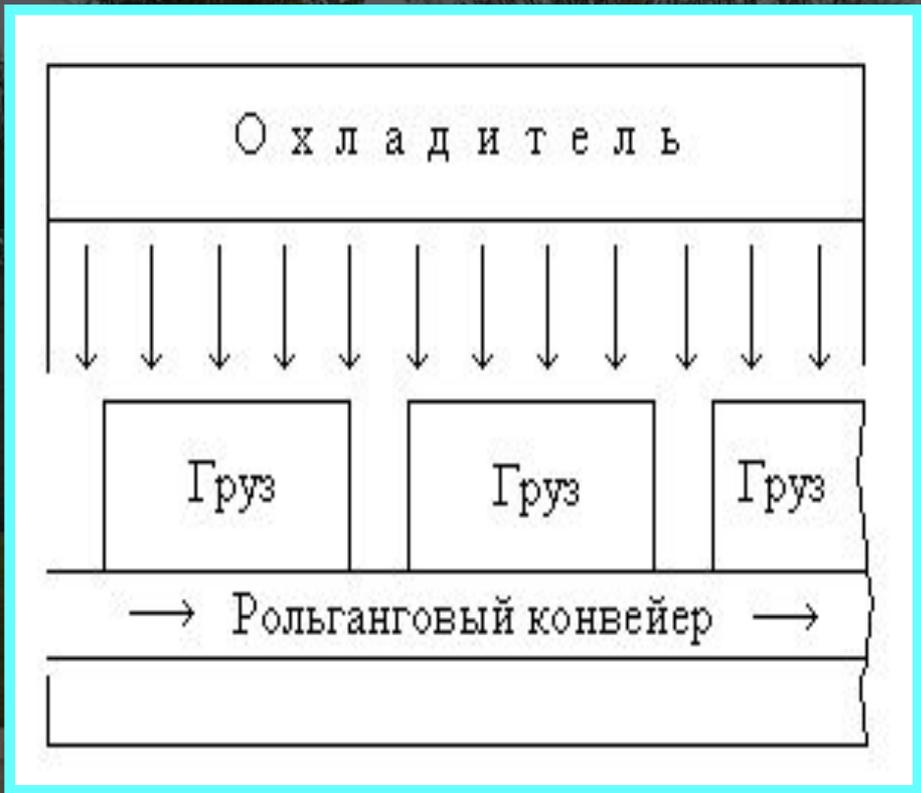
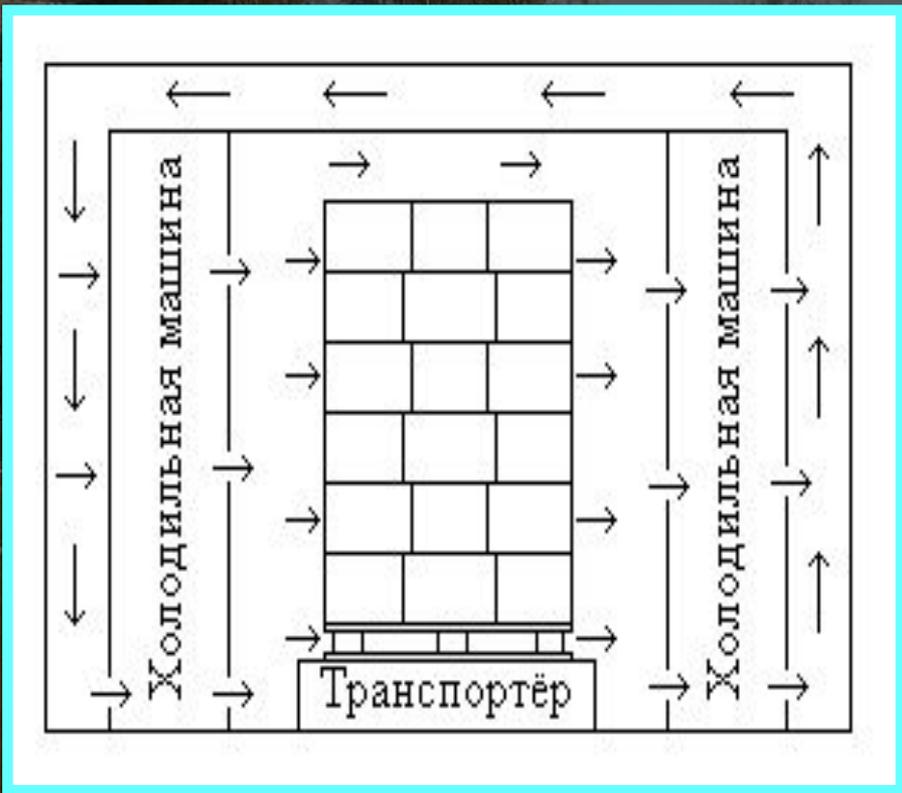
СПО камерного типа



Достоинства:

- отсутствие простоев вагонов,
- выполнение функций склада,
- малые удельные затраты при большом объёме холодильной обработки груза.

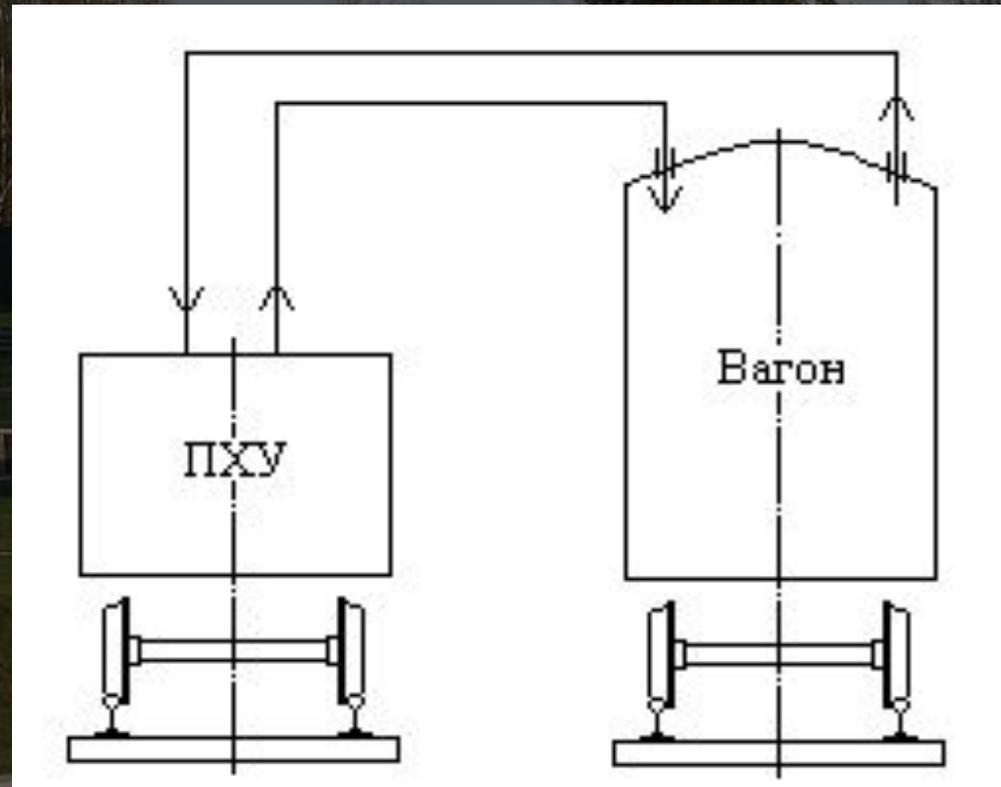
СПО тоннельного типа



Достоинство:

ускоренная холодильная обработка груза с меньшей естественной убылью

СПО продувного типа



Достоинство:

маневренность при малых объёмах работы, где нет стационарных заготовительных холодильников

Преимущества СПО всех типов:

- сокращение убытков железных дорог от порчи фрудоовощей при перевозках;
- снижение расхода топлива на охлаждение груза;
- увеличение стойкости фрудоовощей от порчи при дальнейшем хранении на фрудоовощных базах.

6.4 Механизация погрузочно-разгрузочных работ на грузовых фронтах холодильных складов

Выполнение погрузочно-разгрузочных работ на холодильниках сопряжено с рядом особенностей:

- все грузовые операции должны производиться в условиях, близких к хранению данного груза;**
- передача большинства скоропортящихся грузов из вагона на холодильник и обратно связана с их взвешиванием, с особым порядком формирования штабеля в вагонах и складах, что затрудняет использование стандартных схем механизации.**

При выборе средств механизации необходимо учитывать требования:

– на объектах пищевой промышленности нельзя использовать автопогрузчики без устройств очищения выхлопных газов, а в камерах хранения следует применять только электропогрузчики, чтобы не создавать избыточных теплоступлений;

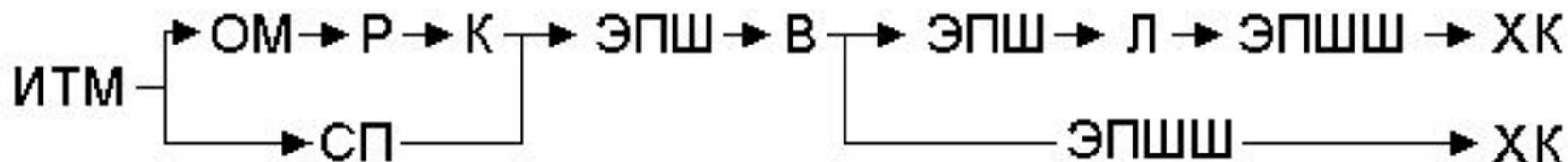
– укладывать груз и передвигаться вилочным погрузчиком с обрезиненными колёсами в изотермических вагонах по напольным решёткам и в изотермических контейнерах по полу разрешается с нагрузкой от колеса не более 12 кН.

При работе погрузчиков в рефрижераторных вагонах выпуска до 1985 г. на напольные решётки в междверном пространстве настилают металлические листы толщиной не менее 2 мм. Допускается въезд погрузчика в изотермический вагон при поднятых напольных решётках, что позволяет уменьшить угол наклона и длину переходного трапа. При этом напольные решётки опускают по мере загрузки вагона. При необходимости заезда на них вилочных погрузчиков применяют переходные металлические аппарели.

Для механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ и хранения скоропортящихся грузов на холодильных складах применяют различные средства пакетирования, рассмотренные в теме 2.

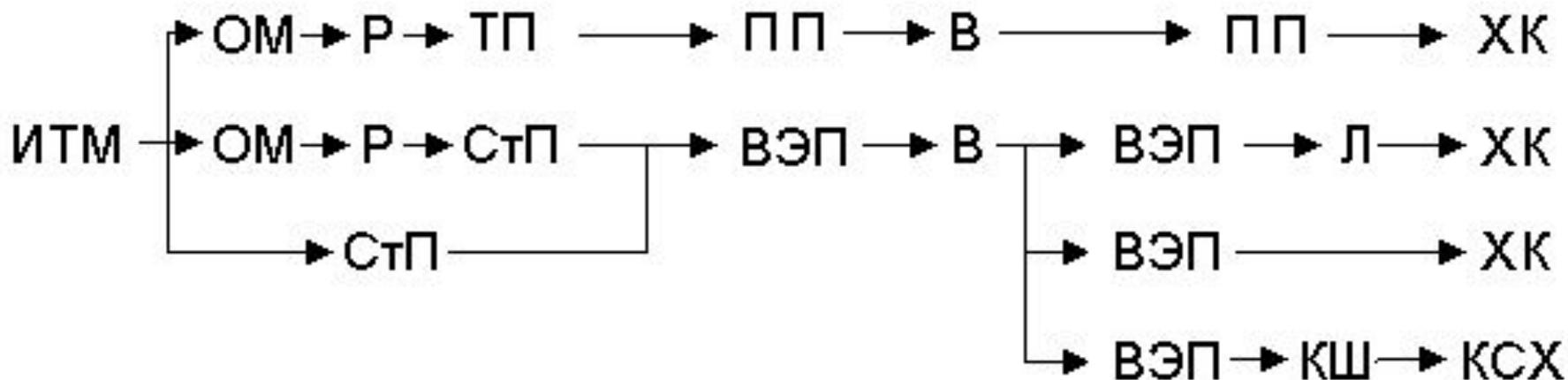
На холодильниках применяют следующие схемы комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ:

– с замороженным мясом в тушах и полутушах:



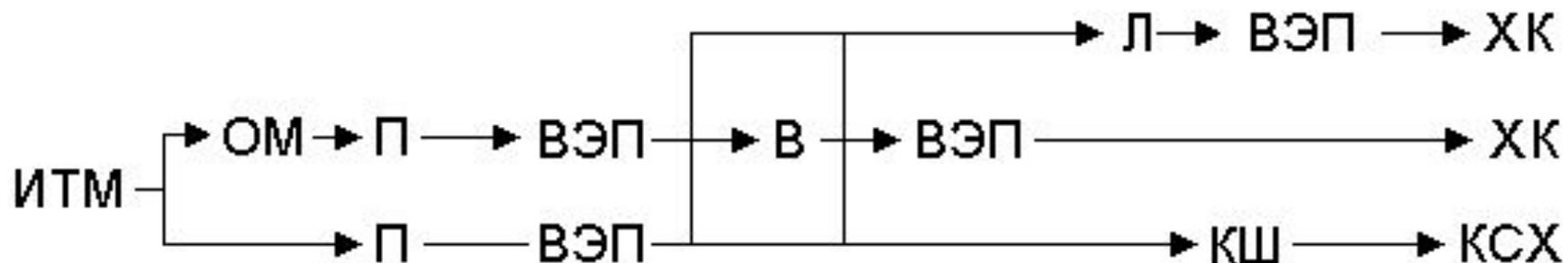
ИТМ – изотермический транспортный модуль; ОМ – отдельное место;
Р – ручная операция; К – кондуктор для формирования строп-пакетов;
ЭПШ – электропогрузчик со штыревым захватом; В – весы; Л – лифт;
ЭПШШ – электропогрузчик-штабелёр со штыревым захватом;
ХК – холодильная камера

– с охлаждённым мясом в тушах, полутушах и четвертинах:



ИТМ – изотермический транспортный модуль; ОМ – отдельное место;
Р – ручная операция; ТП – тушеподъёмник; ПП – подвесной путь; В – весы;
Л – лифт; ХК – холодильная камера; СтП – стоечный поддон с крюками;
ВЭП – вилочный электропогрузчик; КШ – кран штабелёр;
КСХ – камера стеллажного хранения

– с тарно-штучными грузами в ящиках;



ИТМ – изотермический транспортный модуль; ОМ – отдельное место;
П – пакет; ВЭП – вилочный электропогрузчик; В – весы; Л – лифт;
ХК – холодильная камера; КШ – кран штабелёр;
КСХ – камера стеллажного хранения

6.5 Особенности нормирования грузовых операций с вагонами на холодильниках

При разработке суточных планов-графиков работы станций необходимо нормировать продолжительность оборота вагонов на грузовых фронтах холодильных складов. А это в свою очередь связано с нормированием целого ряда других технологических операций и показателей работы этих фронтов.

Предлагаемая ниже методика является универсальной для любых грузовых фронтов, принадлежащих грузовладельцам.

Технологические сроки оборота вагонов на грузовом фронте склада нормируют на максимальный суточный вагонопоток (погрузка или выгрузка, а при сдвоенных операциях – выгрузка и погрузка) в следующей последовательности.

Первый этап. Порядок подачи и уборки вагонов

Этап заключается в нормировании:

- максимального размера суточной погрузки и (или) выгрузки вагонов ($U_{\text{п}}$, $U_{\text{в}}$);
- вместимости грузового фронта ($m_{\text{ф}}$);
- количества подач вагонов на грузовой фронт в течение суток под погрузку, выгрузку или сдвоенные операции ($k_{\text{под}}$);
- интервала между подачами-уборками вагонов (l);
- количества вагонов в подаче ($m_{\text{п}}$).

Особенности нормирования грузовых операций с вагонами на холодильниках

Расчётные суточные объёмы погрузки или выгрузки вагонов на грузовом фронте, ваг./сут, можно определить по формулам:

– для холодильников с круглогодичной работой грузовых фронтов:

$$U_{\Pi(B)} = \frac{Q_{\Pi(B)} \cdot \alpha_M \cdot \alpha_C}{365 \cdot p}$$

– для заготовительных холодильников с сезонным хранением продукции:

$$U_{\Pi} = \frac{Q_p \cdot \alpha_C}{T_3 \cdot p}$$

где $Q_{\Pi(B)}$ – годовой объём переработки продукции на рассматриваемом грузовом фронте (погрузка и выгрузка отдельно), т/год; α_M – максимальный коэффициент месячной неравномерности поступления груза на склад или со склада (см. табл. 1.2); α_C – то же, суточной неравномерности, $\alpha_C = 1,5 \dots 2,5$; p – средняя статическая нагрузка вагона, т/ваг.; Q_p – годовой объём реализации продукции с заготовительного холодильника по железной дороге через рассматриваемый грузовой фронт, т/год; T_3 – период отгрузки продукции с заготовительного холодильника по железной дороге через рассматриваемый грузовой фронт, сут.

Вместимость грузового фронта ($m_{\text{ф}}$), ваг., нормируют по полезной длине железнодорожной экспедиции склада или задают. Если грузовой фронт холодильника не вмещает целую рефрижераторную секцию, последнюю расцепляют. Под погрузку в первую очередь подают вагоны, примыкающие к служебному вагону, под выгрузку – наоборот, крайние вагоны.

Количество подач вагонов на грузовой фронт, под./сут., определяют следующим образом:

$$k_{\text{под}} = F \left\{ \frac{U_{\text{п(в)}}}{m_{\text{ф}}} \right\} \leq k_{\text{max}}$$

где $F\{\}$ – логическая операция округления результата вычислений до целого значения в большую сторону; k_{max} – максимальное количество подач вагонов на грузовой фронт за сутки, зависящее от числа смен работы холодильника и варианта обслуживания грузового фронта по суточному плану-графику работы станции. При работе холодильника в одну смену значение k_{max} можно принять равным 2, в две смены – 3, при круглосуточной работе – 4.

Если значение $k_{\text{под}}$ окажется больше 4, корректируют размеры суточной погрузки или выгрузки в меньшую сторону, а при проектировании склада увеличивают вместимость грузового фронта.

Особенности нормирования грузовых операций с вагонами на холодильниках

Интервал между подачами и уборками вагонов, ч, определяют по формуле:

$$I = \frac{(T_{\text{см}} - t) f_{\text{см}}}{k_{\text{под}}}$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены фронта; t – время, отводимое на обеденный перерыв, приём и сдачу смены, $t = 2$ ч; $f_{\text{см}}$ – количество смен работы грузового фронта в сутки.

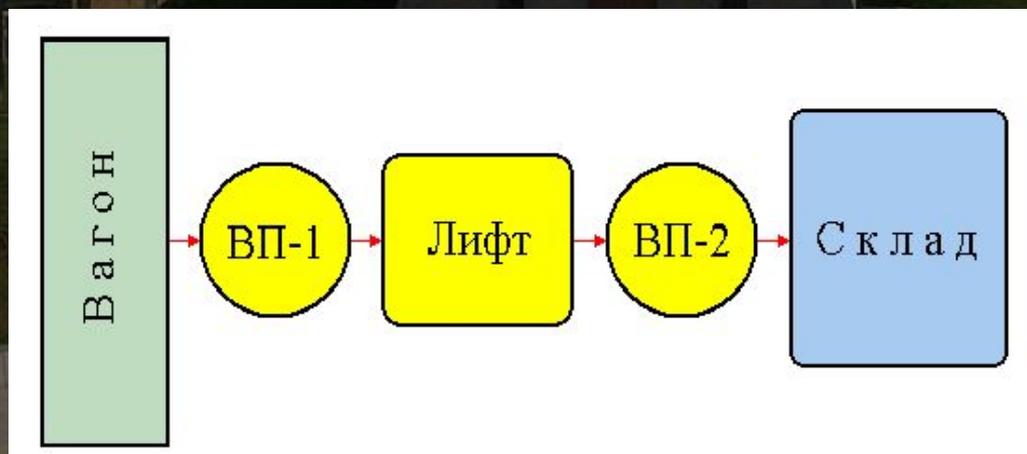
Продолжительность рабочей смены принимают 12 ч, если грузовой фронт холодильника и железная дорога применяют единые смены, или 8 ч, если – нет.

Завершают этап нормированием максимального количества вагонов в подаче, ваг.:

$$m_{\text{под}} = \left\{ \frac{U_{\text{п(в)}}}{k_{\text{под}}} \right\} \leq m_{\text{ф}}$$

Второй этап. Порядок обработки вагонов на грузовом фронте

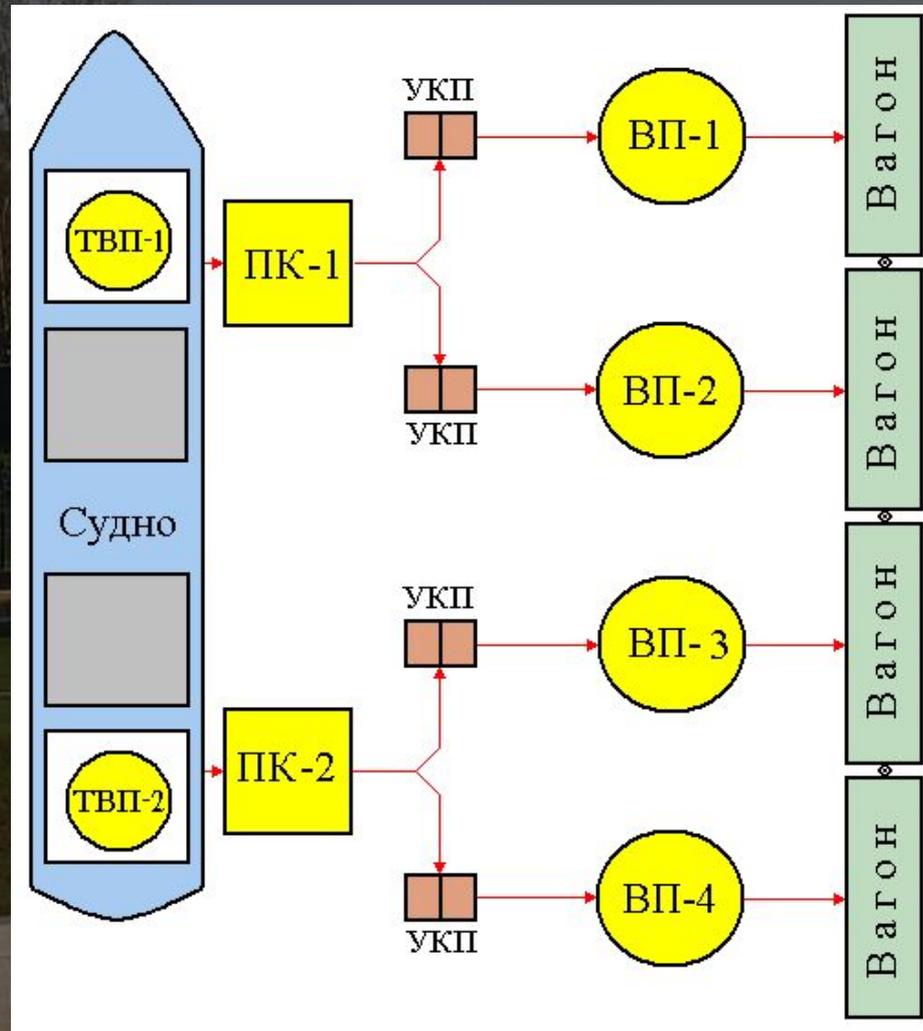
Сначала определяют технологию выполнения перегрузочных операций. Обычно технологический процесс загрузки или разгрузки вагонов основывается на применении технологических рабочих карт выполнения вагонной, передаточной и складской операций, входящих в так называемую **технологическую линию**, например:



Вариант технологической линии по разгрузке вагона в склад многоэтажного распределительного холодильника:

ВП – вилочный погрузчик

Особенности нормирования грузовых операций с вагонами на холодильниках



Вариант технологической линии обработки судна и вагонов в порту по прямому варианту «судно – вагон»:

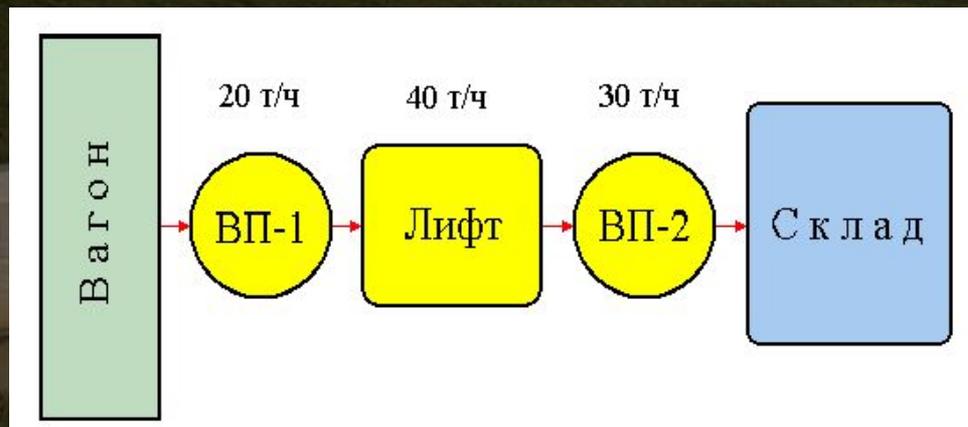
ТВП – трюмный вилочный погрузчик; ПК – порталый кран; УКП – укрупнённый крановый подъём; ВП – вилочные погрузчики на вагонной операции

Особенности нормирования грузовых операций с вагонами на холодильниках

При этом нормируют:

- производительность технологической линии ($\Pi_{т.л.}$);
- количество вагонов, обрабатываемых одной технологической линией ($m_{т.л.}$);
- величину фронта одновременной погрузки-выгрузки вагонов (m_o).

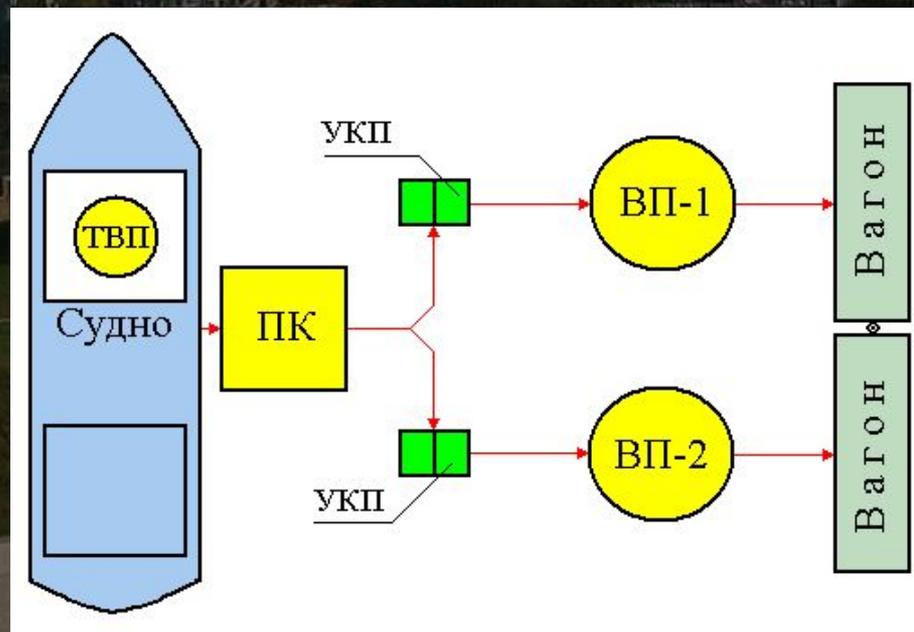
Производительность технологической линии в целом определяется производительностью её лимитирующего звена. Например, на данном рисунке $\Pi_{т.л.} = 20$ т/ч.



Особенности нормирования грузовых операций с вагонами на холодильниках

Количество вагонов, обрабатываемых одной технологической линией ($m_{т.л}$) принимают для грузовых фронтов холодильников – один вагон, морских портов – один и более вагонов в зависимости от принятого варианта перегрузочных работ.

В схеме, приведённой на данном рисунке, $m_{т.л} = 2$.

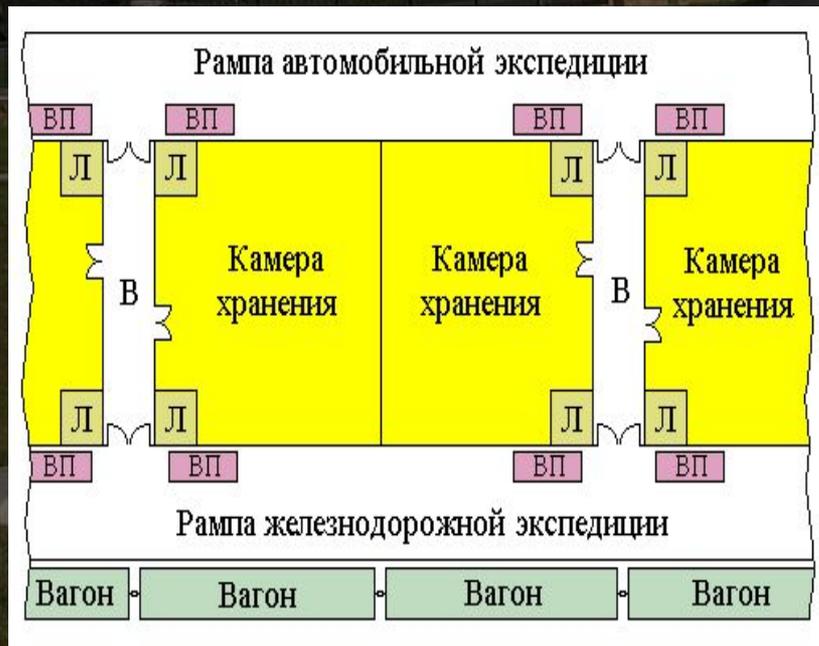


Вариант технологической линии обработки судна и вагонов в порту по прямому варианту «судно – вагон»:

ТВП – трюмный вилочный погрузчик; ПК – портальный кран; УКП – укрупнённый крановый подъём; ВП – вилочные погрузчики на вагонной операции

Фронт одновременной погрузки или выгрузки (m_o) называют максимальное количество вагонов, которое можно одновременно погрузить или выгрузить независимо от общего количества поданных вагонов в пределах вместимости грузового фронта.

Для проектируемого холодильника величину m_o устанавливают в зависимости от количества вестибюлей (коридоров), соединяющих железнодорожную и автомобильную экспедиции (см. рисунок).



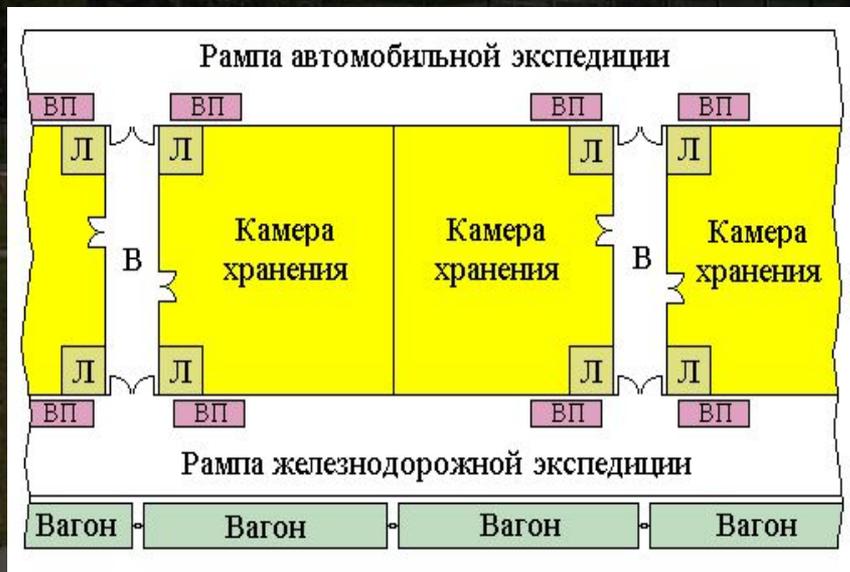
При этом следует учитывать, что через один вестибюль можно одновременно погрузить или разгрузить не более двух вагонов, а в отдельных случаях (по расчёту) не более трёх вагонов.

$$\text{Тогда } m_o = A \cdot n_o,$$

где A – количество вагонов, одновременно обрабатываемых через один вестибюль; n_o – количество вестибюлей на грузовом фронте.

Особенности нормирования грузовых операций с вагонами на холодильниках

Для существующих холодильников величину m_o определяют по количеству лифтов и рабочих дверей холодильных камер первого этажа, которые имеют выход на рампу железнодорожной экспедиции склада, или располагаются внутри вестибюлей (коридоров) аналогично предыдущему, если нет ограничений по средствам механизации, в противном случае – по фактической оснащённости грузового фронта средствами механизации, которая устанавливается комиссионной экспертизой.



В этом случае

$$m_o = N_{т.л} \cdot m_{т.л};$$

где $N_{т.л}$ – количество технологических линий, которые могут быть сформированы для обработки вагонов из фактического наличия технических средств по данным комиссионной экспертизы.

При прямом варианте перегрузки из одного транспортного средства в другое вне холодильного склада величину m_o ограничивают только по оснащённости фронта средствами механизации и его вместимости ($m_{ф}$).

Третий этап. Нормирование продолжительности оборота вагонов на грузовом фронте

Сначала определяют продолжительность погрузки или выгрузки одного вагона ($\tau_{\text{в}}$), ч:

$$\tau_{\text{в}} = \frac{p \cdot m_{\text{т.л}}}{\Pi_{\text{т.л}}} + \tau_{\text{всп}} \leq \tau_{\text{н}}$$

где $\tau_{\text{всп}}$ – продолжительность вспомогательных операций на обработку каждого вагона, не входящих в рабочий цикл (открытие и закрытие дверей вагона, снятие и навешивание закруток и пломб на дверях, установка и снятие креплений груза, переходных мостков, очистка вагона), $\tau_{\text{всп}}$ можно принять 0,5...0,8 ч; $\tau_{\text{н}}$ – нормативная продолжительность обработки вагонов по фронту одновременной погрузки-выгрузки, ч.

Особенности нормирования грузовых операций с вагонами на холодильниках

Если $\tau_{\text{в}} > \tau_{\text{н}}$, необходимо рассмотреть другой вариант перегрузочных работ, имеющий бóльшую производительность.

Далее нормируют продолжительность оборота (обработки) всей партии вагонов, поданных под погрузку или выгрузку, ч: ($\tau_{\text{под}}$), ч:

$$\tau_{\text{под}} = F \left\{ \frac{m_{\text{под}}}{m_0} \right\} \tau_{\text{в}} + \tau_{\text{п.з}} \leq I$$

где $F\{\}$ – логическая операция округления числа до целого значения в большую сторону, что объясняется этапностью обработки подачи (например, при $m_{\text{п}} = 10$ и $m_0 = 5$ сначала обрабатывают четыре вагона, затем ещё четыре вагона и третьим этапом – последние два вагона за такое же время как первые и вторые четыре вагона); $\tau_{\text{п.з}}$ – продолжительность подготовительно-заключительных операций, связанных с обработкой всей подачи (приёмка и сдача вагонов, технологическое передвижение вагонов вдоль фронта и др.), $\tau_{\text{п.з}}$ можно принять 0,5...0,7 ч.

При выполнении сдвоенных операций продолжительность оборота вагонов на грузовом фронте определяется суммой из продолжительности обработки вагонов под погрузкой и выгрузкой.

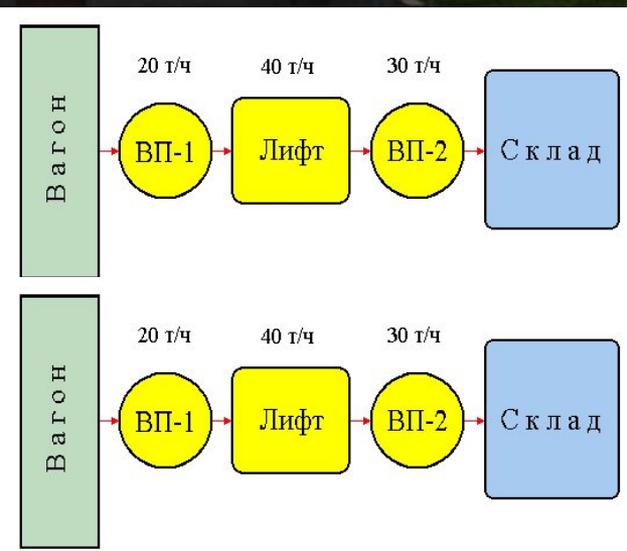
В результате расчётов может оказаться, что продолжительность оборота вагонов на грузовом фронте превышает интервал между подачами (I). Это означает, что данный фронт с работой не справляется. Тогда необходимо применить более совершенную технологию обработки вагонов и выполнить перерасчёт установленных параметров работы грузового фронта.

Четвёртый этап. Нормирование потребности в средствах механизации

На данном этапе проверяется технологическая возможность обработки вагонов в установленные сроки. Расчёт выполняется для проектируемых грузовых фронтов холодильников.

Количество технологических линий, необходимое для одновременной обработки вагонов определяют по фронту одновременной погрузки-выгрузки:

$$N_{\text{Т.Л}} = \frac{m_0}{m_{\text{Т.Л}}}$$



$$m_0 = 2$$

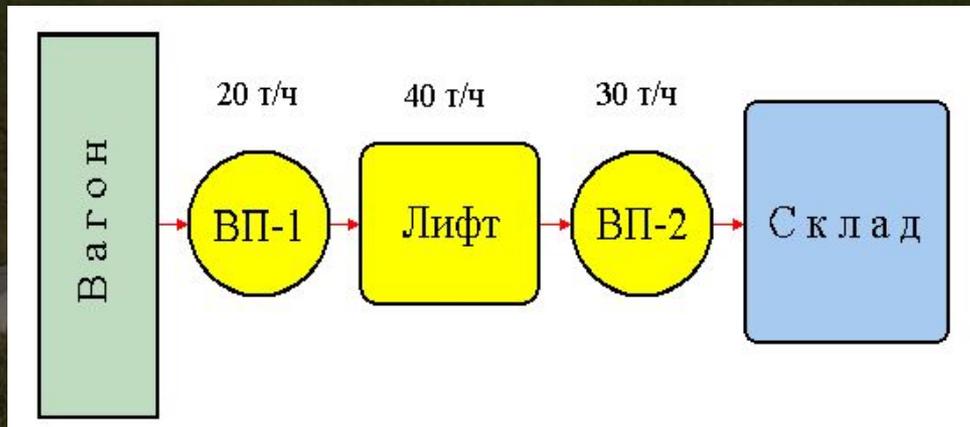
$$m_{\text{Т.Л}} = 1$$

$$N_{\text{Т.Л}} = 2$$

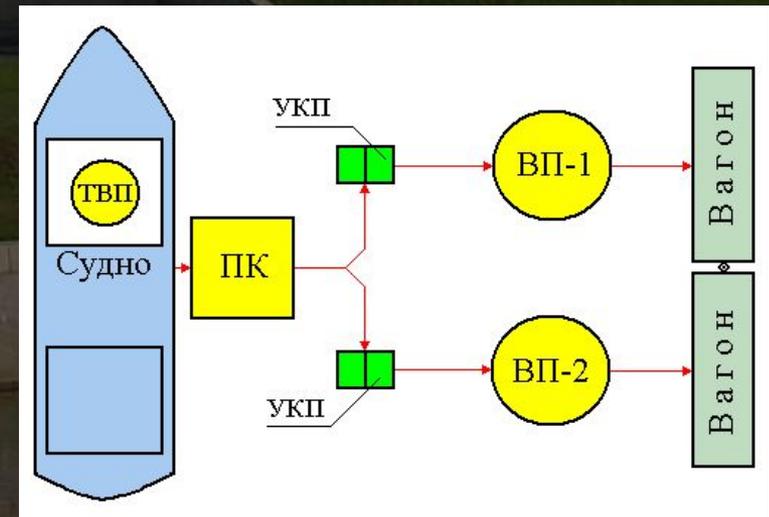
Потребное количество средств механизации определяют по формуле:

$$Z = Z_{\text{т.л}} \cdot N_{\text{т.л}},$$

где $Z_{\text{т.л}}$ – потребное количество средств механизации, работающих в одной технологической линии.



$$Z_{\text{т.л}} = 1\text{ВП-1} + 1\text{Л} + \text{ВП-2}$$



$$Z_{\text{т.л}} = 1\text{ТВП} + 1\text{ПК} + 2\text{ВП}$$