

## Лабораторная работа 1.17. Расчет вентиляции хранилища

**Цель работы** – освоить методику расчета вентиляции хранилища.

**Теоретическая часть.** Вентиляция является действенным средством регулирования условий для хранения плодов и овощей. В современных хранилищах применяются различные её системы: естественную, принудительную, активную.

Чтобы не затруднять и без того слабое движение воздуха при естественной вентиляции, приточные и вытяжные трубы делают с гладкими внутренними стенками. Вытяжные трубы монтируют в коньке перекрытия, где собирается тёплый и влажный (отработанный) воздух. Нижний конец труб не должен выступать внутрь хранилища, иначе воздух в верхнем ярусе будет застаиваться. Верхний конец труб поднимают над перекрытием как можно выше, чтобы тяга была больше. Вентиляционные трубы хорошо утепляют. Вытяжные трубы рекомендуется делать двухслойными с прокладкой между досками теплоизоляционного материала, чтобы в них не проходила конденсация паров, и вода не стекала в хранилище. Вентиляционные трубы оборудуют заслонками или клапанами. С наступлением морозов заслонки приточных труб закрывают, а снаружи трубы затыкают мешковиной, соломой или другим материалом. Клапанами вытяжных труб, которые с помощью тяг можно открывать и закрывать изнутри хранилища, иногда пользуются и зимой. Поэтому их тщательно подгоняют и утепляют.

Из-за разницы температур в штабеле хранящейся продукции при естественной вентиляции возможно отпотевание в верхнем слое. На увлажнённых экземплярах продукции создаются благоприятные условия для прорастания спор микроорганизмов. Даже при пониженной температуре хранения может произойти порча продукции. Чтобы устранить отпотевание, штабель продукции укрывают каким-либо материалом, хорошо поглощающим влагу (стружками, соломой и т.д.). Когда он увлажняется, его заменяют.

Наиболее важной характеристикой естественной вентиляции является величина сечения приточных и вытяжных труб ( $S_{\text{прит}}$  и  $S_{\text{выт}}$ ) и отношение этих показателей. Обычно сечение приточных труб бывает меньше, чем вытяжных, а в малых хранилищах приточные трубы вообще не устраивают. В таких хранилищах приток холодного воздуха осуществляется через неплотности в воротах, люках.

Основной показатель принудительной вентиляции – кратность воздухообмена. В хранилище объёмом  $1000 \text{ м}^3$  подается в течение часа  $15000 \text{ м}^3$  воздуха, следовательно, обеспечивается 15-кратный воздухообмен. Если воздух подается в хранилище, то показатель воздухообмена берется со знаком +; если удаляется, то со знаком -. Кратность воздухообмена при принудительной вентиляции устанавливается из расчета поддержания оптимальной для хранения данного вида плодов и овощей температуры и влажности воздуха. Обычно проектируется 15...30-кратный воздухообмен.

В современных типовых проектах картофеле- и овощехранилищ предусматривается главным образом система активного вентилирования. Это наиболее совершенная система вентиляции хранилищ, которая позволяет:

- осушить мокрые партии картофеля и овощей, убранных в дождливую погоду;
- ускорить дозревание овощей, образования защитных тканей на механически повреждённых клубнях картофеля;
- охладить продукцию и поддерживать в её массе оптимальные условия хранения;
- предотвратить отпотевание продукции;
- увеличить слой загрузки, например, картофеля с 1,8...2,0 м до 3,0...3,5 м и более.

Систему активного вентилирования рассчитывают, исходя из необходимости выполнения наиболее важной задачи – быстрого охлаждения продукции в осенний период и поддержания оптимальных для хранения параметров среды в штабеле.

Суммарное количество удаляемого тепла обуславливается главным образом теплоёмкостью и тепловыделением продукции. В точных расчётах учитываются тепловыделения от источников света и электромоторов. Однако, тепловыделения от этих источников малы и ими можно пренебречь.

Количество тепла ( $\Sigma Q$ ), которое необходимо удалить при охлаждении продукции, в общем виде вычисляют по формуле, в кДж,

$$\Sigma Q = [c(t_n - t_k) + q\tau]m,$$

где:  $c$  – теплоёмкость продукции, (кДж/кг·°С);

$t_n$  – температура продукции в начале периода охлаждения, °С;

$t_k$  – температура продукции в конце периода охлаждения, °С;

$q$  – среднее тепловыделение продукции при средней температуре в период охлаждения,

равной  $\frac{t_n + t_k}{2}$  (кДж / кг · сут);

$\tau$  – период охлаждения, сут.;

$m$  – масса охлаждаемой продукции, кг.

Теплоёмкость плодов и овощей обусловлена в основном высоким содержанием в них воды, теплоёмкость которой равна 4,1868 кДж/кг °С. Теплоёмкость других веществ состава плодов и овощей по сравнению с водой невелика, да и во многих случаях не превышает 10 %. Поэтому для практических расчётов теплоёмкость плодов и овощей принимают равной теплоёмкости содержащейся в них воды. Так, если содержание воды в клубнях картофеля составляет 80 %, то теплоёмкость его можно считать равной 3,3494 кДж/кг °С. Если содержание воды в кочанах капусты равна 94%, то её теплоёмкость ориентировочно равна 3,9346 кДж/кг °С. Интенсивность тепловыделения основных видов плодов и овощей приведена в табл. 45.

Таблица 45. Интенсивность тепловыделения основных видов плодов и овощей, кДж/кг·сут.

Продукция	Температура хранения, °С					
	0	2	5	10	15	20
Картофель	0,92...2,26	0,92...2,09	1,05...1,67	1,41...1,88	1,67...3,18	2,09...3,76
Капуста						
белокочанная	1,25...2,09	1,46...2,51	1,88...3,55	3,13...4,50	5,01...6,89	9,14...10,45
краснокочанная	1,25...1,59	1,34...2,09	1,88...2,09	2,51...3,34	4,39...5,01	8,78...1,03
савойская	3,97...5,43	5,01...5,85	6,48...7,52	13,37...15,67	22,36...25,29	33,44...37,62
брюссельская	4,18...5,85	4,80...6,69	9,19...11,70	14,42...19,64	21,53...25,50	42,22...44,72
цветная	2,09...5,43	3,00...6,06	4,59...6,68	10,65...11,91	16,72...22,33	26,33...34,69
Морковь	0,83...2,42	1,88...2,92	2,42...3,34	2,71...3,76	6,27...8,36	7,73...11,70
Свекла	1,00...1,67	1,25...2,42	2,71...2,92	4,38...5,22	6,06...10,03	12,74...18,39
Шпинат	5,22...7,10	6,68...10,24	11,07...17,13	17,97...22,96	36,57...45,14	54,34...77,33
Огурцы	1,63...1,75	1,67...2,09	2,09...2,92	4,38...5,22	8,15...10,45	13,16...15,04
Лук-репка	1,00...1,67	1,08...1,83	1,33...2,17	1,96...2,92	2,71...3,97	3,97...5,01
Лук-перо	30,05...4,59	5,01...9,61	11,07...13,16	23,61...24,66	36,15...41,59	46,81...50,99
Чеснок	1,88	2,70	3,97	6,06	11,07	13,16
Томаты	1,17...1,50	1,37...1,67	1,67...2,29	2,71...3,55	4,59...7,52	6,89...8,77
Дыни	1,17...1,67	1,50...2,00	1,88...2,29	3,55...3,97	4,59...6,06	8,15...8,77
Салат	2,71...3,34	2,92...3,76	3,55...4,83	6,06...8,77	9,40...16,30	21,73...29,26
Редька	1,58...2,29	1,58...2,50	1,75...3,34	4,80...5,85	8,56...10,03	14,63...15,46
Яблоки:						
поздние	0,45...0,91	0,91...1,17	1,17...1,42	1,75...2,67	2,38...5,01	3,76...6,18
ранние	0,83...1,58	1,21...1,79	1,33...2,71	3,51...5,22	4,59...7,94	5,05...10,65
Груши:						
поздние	0,66...0,91	0,91...1,92	1,50...3,59	2,00...4,76	7,10...10,86	8,15...18,81
ранние	0,66...1,25	1,12...2,25	1,88...3,97	2,50...5,43	8,77...13,79	10,03...22,99
Виноград	0,41...0,83	1,00...1,46	1,42...2,09	2,04...3,13	3,09...4,18	4,18...6,68
Апельсины	0,41...0,91	0,54...1,08	0,91...1,63	1,79...3,00	3,13...4,76	5,81...5,93
Лимоны	0,50...0,83	0,62...1,12	0,91...1,67	1,46...2,80	2,04...4,05	2,67...5,01
Абрикосы	1,33...1,46	1,63...2,29	2,84...4,80	5,35...8,77	7,31...13,37	11,70...17,13
Персики	1,08...1,63	1,50...1,88	2,17...3,51	5,55...7,90	7,52...11,36	12,12...15,76
Сливы	1,58...1,83	1,92...3,00	3,21...5,64	5,39...10,86	7,10...16,09	12,12...20,27
Вишня	1,33...1,83	1,50...2,67	2,38...3,88	3,30...8,56	6,89...14,21	13,37...19,01
Земляника	2,92...4,01	3,46...5,47	3,80...7,94	7,73...15,42	11,28...20,90	15,04...25,91
Бананы	–	–	3,42...5,05	5,60...10,11	7,52...14,25	8,15...20,90

