

## Лабораторная работа 1.7. Определение времени активного вентилирования зерна

**Цель работы** – научиться рассчитывать время, необходимое для охлаждения или сушки зерновых масс на установках активного вентилирования.

**Теоретическая часть.** Одной из основных задач, которая решается с помощью активного вентилирования является временная консервация свежесобранного зерна повышенной влажности. Предварительно очищенный зерновой ворох обрабатывается воздушным потоком для снижения его температуры, некоторого выравнивания влажности между отдельными компонентами и участками зерновой насыпи.

Консервирование свежесобранного зерна активным вентилированием позволяет в 3-4 раза увеличить срок безопасного хранения зерна до сушки. В условиях Республики Беларусь за счет суточных перепадов температуры воздуха можно охладить семена (зерно) до 10 – 12 °С в августе и до 5 – 7 °С в сентябре. Скорость охлаждения зависит от удельной подачи воздуха в насыпь, разности температур между семенами и воздухом, высоты насыпи, допустимого срока вентилирования и состояния зерна (семян).

Для охлаждения зерновой массы атмосферным воздухом необходимо вентилирование проводить тогда, когда температура воздуха ниже температуры зерна. Чем эта разница будет больше, тем быстрее идет охлаждение.

Вентилирование для охлаждения зерна проводят для повышения его стойкости при хранении, снижая его температуру до 10°С и ниже. При такой температуре затормаживаются все физиологические процессы в зерновой массе, прекращается развитие насекомых, возрастают сроки безопасного хранения. Поэтому этот приём целесообразен почти для всех хранимых партий.

При вентилировании только определенное количество воздуха может предохранить зерно от порчи. Если в насыпь подается недостаточное количество воздуха, то оно охлаждается медленно, а отдельные, наиболее удаленные от входа воздуха слои, могут отпотевать и увлажняться. В этих условиях быстро развиваются микроорганизмы, зерно плесневеет и портится. Поэтому охлаждать зерновые массы рекомендуется не более 1 – 2 суток.

Активное вентилирование может применяться для сушки зерновых масс с использованием атмосферного или подогретого воздуха.

Скорость сушки зависит от насыщенности воздуха водяными парами, температуры воздуха, влагоотдающей способности зерна и семян, удельной подачи воздуха, допустимой продолжительности сушки.

Для сушки зерна вентилированием летом и ранней весной используют теплый атмосферный воздух с относительной влажностью не более 65 – 70 %. Такая сушка идет медленно и требует большого расхода воздуха. Чтобы не испортить зерно и семена, сушить их больше 6 – 10 суток не рекомендуется, а поэтому удельная подача воздуха при сушке должна быть значительно больше, чем при охлаждении.

**Задание.** По условиям, выданным преподавателем определить скорость охлаждения и скорость сушки партий зернового вороха.

**Материалы и оборудование:** справочный материал.

**Ход работы.** Для определения времени вентилирования с целью охлаждения учитывают удельную подачу воздуха в зерновую массу и разность температур зерна и нагнетаемого воздуха (табл. 26). Эти данные позволяют определить среднюю скорость охлаждения массы в градусах за час (табл. 27). Разделив разность температур зерна и воздуха на скорость охлаждения, получают время охлаждения.

Чтобы определить время сушки партии на установках активного вентилирования, учитывают удельную подачу воздуха и температуру воздуха, нагнетаемого в зерновую массу (табл. 28) и находят среднюю скорость сушки (табл. 29). Разделив процент влаги, который необходимо удалить на скорость сушки, получают время сушки.

**Таблица 26. Режимы охлаждения на установках активного вентилирования**

| Влажность семян, % | Подача воздуха не менее, м <sup>3</sup> /т·ч | Возможная высота насыпи, м | Время охлаждения, ч | Условия охлаждения  |
|--------------------|--|----------------------------|---------------------|---|
| До 20              | 60 – 80                                      | 2,0 – 3,0                  | 24 – 36             | эффективно вентилировать при температуре воздуха ниже температуры зерна на 4 – 5 <sup>0</sup> в ясную и на 8 – 10 <sup>0</sup> в пасмурную погоду |
| 21 – 24            | 100 – 120                                    | 1,0 – 1,5                  | 15 – 20             | возможно круглосуточное вентилирование, в дождливую погоду вентилятор необходимо отключать  |
| 25 – 26            | 160 – 200                                    | 1,0 – 1,2                  | 10 – 15             | круглосуточное вентилирование при любой погоде  |
| Более 26           | 300 – 500                                    | 0,8 – 1,0                  | 4 – 6               |   |
| Греющиеся семена   | 400 – 500                                    | 0,8 – 1,0                  | 4 – 5               |   |

**Таблица 27. Средняя скорость охлаждения зерна**

| Разность температур зерна и воздуха <sup>0</sup> С | Подача воздуха на 1 т, м <sup>3</sup> /ч              |      |      |      |      |      |      |      |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 20  | 40   | 60   | 80   | 100  | 120  | 140  | 160  |
|  | Средняя скорость охлаждения зерна (в градусах) за 1 ч |      |      |      |      |      |      |      |
| 5  | 0,04  | 0,08 | 0,12 | 0,16 | 0,20 | 0,24 | 0,28 | 0,32 |
| 10   | 0,08  | 0,16 | 0,24 | 0,32 | 0,40 | 0,48 | 0,56 | 0,64 |
| 15   | 0,12  | 0,24 | 0,36 | 0,48 | 0,60 | 0,72 | 0,84 | 0,96 |
| 20   | 0,16  | 0,32 | 0,48 | 0,64 | 0,80 | 0,96 | 1,12 | 1,28 |
| 25   | 0,20  | 0,40 | 0,60 | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 | 1,60 |
| 30   | 0,24  | 0,48 | 0,72 | 0,96 | 1,20 | 1,44 | 1,68 | 1,92 |
| 35   | 0,28  | 0,56 | 0,84 | 1,12 | 1,40 | 1,68 | 1,96 | 2,24 |
| 40   | 0,32  | 0,64 | 0,96 | 1,28 | 1,60 | 1,92 | 2,56 | 2,56 |

**Таблица 28. Режимы сушки семян на установках активного вентилирования**

| Культура | Влажность, % | Подача воздуха, м <sup>3</sup> /т·ч | Предельная температура, <sup>0</sup> С |               | Высота насыпи на напольных установках, м | Продолжительность сушки, сут. | Периодичность и условия вентилирования   |
|----------|--------------|-------------------------------------|--|---------------|--|-------------------------------|--|
|          |              |                                     | семян                                  | теплоносителя |  |                               |  |
| Зерновые | до 20        | 200-1500                            | 40 – 45                                | 45 – 50       | 0,7 – 0,8                                | 0,5 – 1                       | возможно круглосуточное вентилирование подогретым воздухом, после сушки охладить   |
|          | 21 – 25      | 1500-1700                           | 35 – 40                                | 40 – 45       | 0,6 – 0,7                                | 1 – 2                         |  |
|          | свыше 25     | 1700-2000                           | 30 – 35                                | 35 – 40       | 0,4 – 0,5                                | 2 и более                     |  |
| Бобовые  | до 20        | 800-1000                            | 35 – 36                                | 38 – 40       | 0,6 – 0,7                                | 1 – 2                         | периодически по 20–30 мин вентилировать атмосферным воздухом, после сушки охладить |
|          | 21 – 25      | 1000-1200                           | 30 – 35                                | 35 – 36       | 0,5 – 0,6                                | 2 – 3                         |  |
|          | свыше 25     | 1200-1500                           | 28 – 32                                | 30 – 35       | 0,4 – 0,5                                | 3 и более                     |  |

**Таблица 29. Средняя скорость (% / ч) сушки зерна  
в зависимости от удельной подачи воздуха и его температуры**

| Фактическая<br>удельная подача<br>воздуха, м <sup>3</sup> / т ч | Температура воздуха на входе в зерновую насыпь, °С |       |       |       |       |       |       |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 15   | 20    | 25    | 30    | 35    | 40    | 45    |
| 100   | 0,003  | 0,010 | 0,018 | 0,025 | 0,032 | 0,040 | 0,047 |
| 200   | 0,006  | 0,021 | 0,035 | 0,050 | 0,065 | 0,080 | 0,095 |
| 300   | 0,009  | 0,031 | 0,053 | 0,075 | 0,097 | 0,120 | 0,142 |
| 400   | 0,012  | 0,041 | 0,071 | 0,100 | 0,130 | 0,160 | 0,189 |
| 500   | 0,015  | 0,052 | 0,089 | 0,126 | 0,162 | 0,200 | 0,240 |
| 600   | 0,018  | 0,062 | 0,106 | 0,151 | 0,195 | 0,240 | 0,280 |
| 700   | 0,021  | 0,072 | 0,124 | 0,176 | 0,230 | 0,280 | 0,330 |
| 800   | 0,024  | 0,083 | 0,142 | 0,200 | 0,260 | 0,320 | 0,380 |
| 900   | 0,027  | 0,093 | 0,160 | 0,230 | 0,290 | 0,360 | 0,430 |
| 1000  | 0,030  | 0,103 | 0,177 | 0,250 | 0,320 | 0,400 | 0,470 |
| 1100  | 0,033  | 0,114 | 0,195 | 0,280 | 0,360 | 0,440 | 0,520 |
| 1200  | 0,036  | 0,124 | 0,210 | 0,300 | 0,390 | 0,480 | 0,570 |

По результатам расчетов заполнить табл. 30 и 31.

**Таблица 30. Продолжительность охлаждения зерна**

| №<br>п/п | Культура | Влажность<br>зерна, % | Температура, °С |                      | Минимальная удель-<br>ная подача воздуха,<br>м <sup>3</sup> /т ч | Средняя ско-<br>рость охла-<br>ждения, °С/ ч | Время охла-<br>ждения зерна,<br>ч |
|----------|----------|-----------------------|-----------------|----------------------|--|--|-----------------------------------|
|          |          |                       | зерна           | наружного<br>воздуха |  |  |                                   |
|          |          |                       |                 |                      |  |  |                                   |

**Таблица 31. Продолжительность сушки зерна**

| №<br>п/п | Культура | Влажность<br>зерна,<br>% | Температура<br>воздуха,<br>°С | Удельная подача<br>воздуха, м <sup>3</sup> / т ч | Средняя скорость сни-<br>жения влажности зерна<br>(семян),<br>%/ч | Время сушки зерна<br>до критической<br>влажности, ч |
|----------|----------|--------------------------|-------------------------------|--|---|---|
|          |          |                          |                               |  |   |   |

Обосновать полученные в результате расчетов данные. Сформулировать собственные вы-  
воды по расчетам.