

## ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХА ВНУТРИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СИЛОСА ПРИ ХРАНЕНИИ ПШЕНИЦЫ.

Разворотнев А.С., канд. техн. наук; Гавриченко Ю.Д., канд. техн. наук; Кечкин И.А.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки»,  
г. Москва

**Аннотация:** Приведены результаты экспериментальных исследований изменения параметров воздуха внутри металлического силоса при хранении пшеницы. Полученные данные свидетельствуют о том, что надзерновое пространство в металлическом силосе необходимо принудительно вентилировать, с целью не допущения образования конденсата. Вентиляционная установка должна включаться до критического насыщения воздуха влагой.

**Ключевые слова:** параметры воздуха, влагоперенос, относительная влажность воздуха поверхностного слоя, металлический силос, влагосодержание воздуха, критическое насыщение воздуха влагой.

В металлическом силосе, в соответствии с инструкцией [1], допускается хранить сухое зерно влажностью не более 14%. Особенности хранения зерна в металлическом силосе обусловлены высокой теплопроводностью стен и кровли. Зерно, имеющее низкую теплопроводность, продолжительное время сохраняет высокую температуру, приобретенную во время уборки и закладки на хранение. При понижении температуры атмосферного воздуха, вследствие изменения погодных условий, охлаждаются стены силоса. В результате перепадов температуры, по данным [2],[3],[4] и других исследователей, внутри силоса происходит процесс влагопереноса, способствующий отпотеванию и увлажнению верхнего слоя зерна. Такие выводы авторы делают на основании измерений температуры в пристенных слоях зерна при нагреве и охлаждении металлической стенки.

Однако для изучения влагопереноса внутри силоса требуются данные по изменению влагосодержания в воздухе поверхностного слоя зерна и надзернового пространства. Этот параметр зависит от температуры и относительной влажности воздуха, результаты измерений которых представлены в настоящей работе.

Температуру и относительную влажность измеряли одновременно при помощи самозаписывающих сертифицированных устройств с периодичностью записи 30 мин. В течение суток имели 48 измерений. Устройства имели следующие диапазоны измерений параметров воздуха: температуры от  $-40$  до  $+70^{\circ}\text{C}$  с погрешностью  $2^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности от 10 до 95% с погрешностью 5%.

Измерения проводили в силосе диаметром 12,5 м, высотой 20 м, вместимостью 2000 т, который был заполнен на 90% пшеницей (около 1800 т), в производственных условиях в фермерском хозяйстве Тульской области. Одно из устройств было помещено в поверхностный слой на глубину 70 мм, другое над зерном на расстоянии 600 мм от поверхности, третье использовали для измерения температуры наружного воздуха.

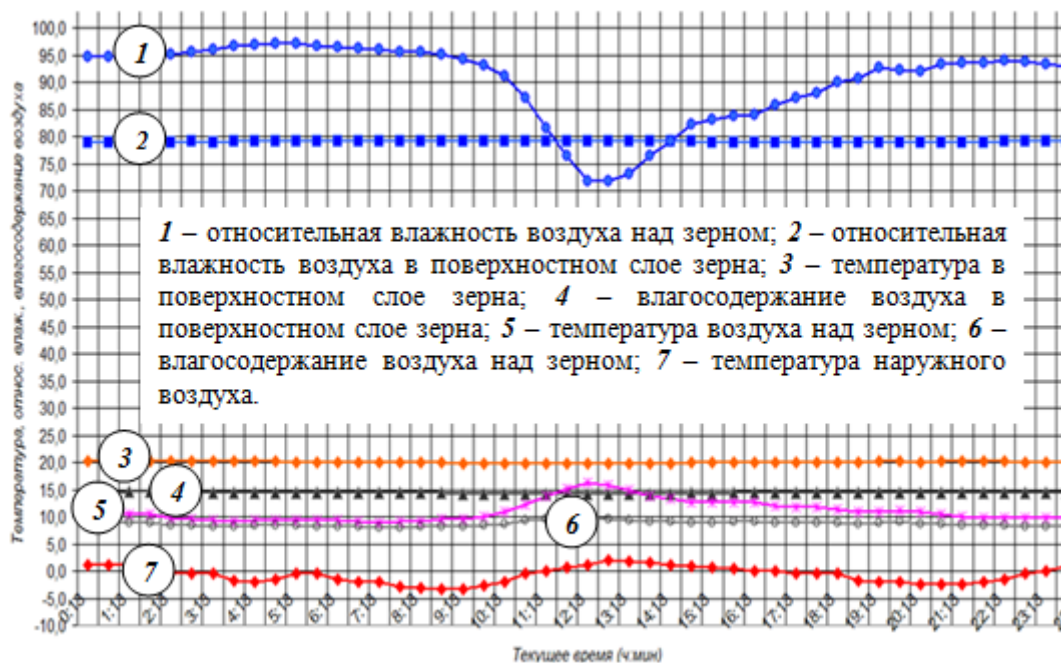
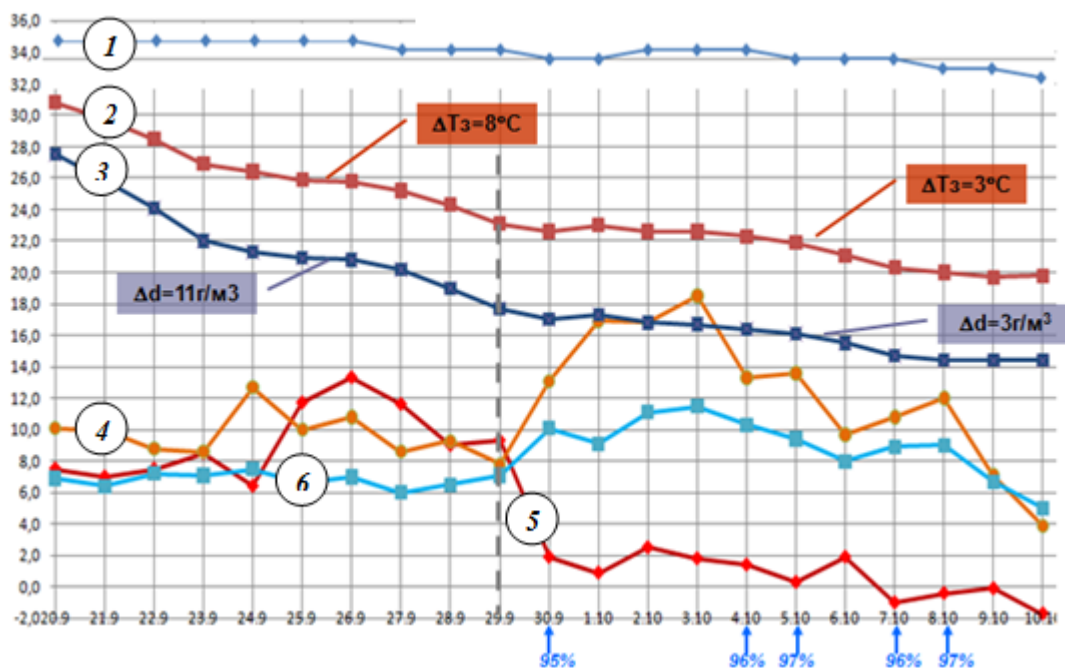


Рис. 1. Изменение параметров воздуха внутри металлического силоса в течение суток (возможность образования конденсата с 0 до 9 часов).

На рис.1 представлены результаты типичных изменений параметров воздуха внутри силоса в течение суток. Дополнительно к температуре и относительной влажности приведен рассчитанный по J-d диаграмме показатель влагосодержания в единице объема воздуха. Внутри силоса в течение суток наблюдаются изменения температуры и относительной влажности воздуха в надзерновом пространстве, но влагосодержание в этом воздухе остается практически неизменным. Параметры воздуха в поверхностном слое не изменяются в течение суток. В период с 0 до 9 часов, в данные сутки наблюдений, имело место насыщения влагой воздуха (относительная влажность свыше 95%) над зерном. Такое состояние воздуха нежелательно внутри силоса, требуются меры по его устранению.



1 – температура на глубине 1 м от поверхности зерна; 2 – температура в поверхностном слое зерна, 70 мм; 3 – влагосодержание воздуха в поверхностном слое зерна; 4 – температура воздуха над зерном, 600 мм от поверхности; 5 – температура наружного воздуха; 6 – влагосодержание воздуха над зерном.

Рис. 2. Среднесуточные значения температуры и влагосодержания воздуха за период 20.09 – 10.10.16

Среднесуточные значения параметров воздуха, рис.2, свидетельствуют о том, что в поверхностном слое происходят следующие процессы – постепенное охлаждение зерна и сорбция (поглощение) зерном паров влаги из воздуха межзернового пространства. В надзерновом пространстве, до момента изменения погодных условий (на рисунке вертикальная пунктирная линия), температура воздуха приблизительно равна температуре атмосферного, влагосодержание практически неизменно. При изменении погоды (29.09), резком понижении температуры наружного воздуха, в надзерновом пространстве происходило повышение температуры, а так же увеличение влагосодержания воздуха. Внутри силоса имело место движение воздуха, о чем свидетельствуют снижение темпов охлаждения поверхностного слоя за счет подогрева его нижними слоями и сорбции за счет выброса влаги из верхнего слоя в пространство над зерном. Градиент температуры между поверхностным слоем и наружным воздухом на протяжении всего периода наблюдений практически был неизменным и составлял около  $20^{\circ}\text{C}$ . Очевидно, что этот фактор в исследованном диапазоне не влияет на изменения параметров воздуха внутри силоса. Движущей силой перемещения воздуха, по нашему мнению, является перепад давления по высоте силоса, вызванный изменением погоды: направления и скорости ветра, атмосферного давления и многими другими факторами. Такое состояние внутри силоса наступает случайно, в этот период происходит критическое насыщение влагой воздуха (в нашем случае в течение 5 суток, отмеченных на оси абсцисс, рис.2). Из представленных результатов

следует, что надзерновое пространство в металлическом силосе необходимо принудительно вентилировать, с целью не допущения образования конденсата. Вентиляционная установка должна включаться до критического насыщения воздуха влагой.

### **Литература:**

1. Инструкция по активному вентилированию зерна и маслосемян (техника и технология), ВНПО «Зернопродукт», М. 1989.
2. Мачихина Л.И.; Алексеева Л.В.; Львова Л.С. Научные основы продовольственной безопасности зерна» М. «ДеЛи принт», 2007 г. с.143-145.
3. Лугарев А.Л.; Алексеева Л.В.; Тихонова Л.И. Особенности температурного режима периферийных участков зерновой насыпи ячменя, хранящегося в металлическом элеваторе, Труды ВНИИЗ, вып.. 96, М.1981 г8.
4. Закадной Г.А. Комплекс для сохранения зерна в металлических силосах., Журнал «Хлебопродукты» №8, М. 2014 г.