

ЗЕРНОХРАНИЛИЩЕ КАК ОБЪЕКТ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ**Шевчик Н.Е., к.т.н., доцент***УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь***Солдатенко А.А. гл. инж.***ГУ «Научно-исследовательский и проектно-технологический институт
хлебопродуктов»
г. Минск, Республика Беларусь*

Главной особенностью зерновой массы как продукта хранения является жизнедеятельность зерна, проявляющаяся в его дыхании. К основным отрицательным последствиям указанного процесса можно отнести изменение качества, потерю в массе сухих веществ, повышение влажности самого зерна и воздуха межзернового пространства, увеличение температуры зерновой массы (самосогревание). Поэтому при хранении важно свести к минимуму дыхание, энергия которого зависит от ряда факторов и, в первую очередь, от влажности. Зависимость интенсивности дыхания от влажности нелинейно [1], и при влажности зерна выше критического значения, которое для всех злаковых культур составляет 14,5... 15,5 %, оно резко увеличивается. Поэтому на длительное хранение необходимо закладывать зерно с влажностью ниже критической.

На энергию дыхания влияет также температура зерновой массы. Установлено, что с ростом температуры от 0 до 30...35°C энергия дыхания возрастает примерно в 2...2,5 раза на каждые 10 °C. В процессе дыхания выделяется тепловая энергия, значительная часть которой, в связи с низкой теплопроводностью зерна задерживается внутри массы, что вызывает, в свою очередь, повышение температуры и способствует развитию процесса самосогревания. Это свидетельствует о сложной природе влияния температуры зерна на процесс его хранения и важности этого параметра как параметра контроля процесса. Наилучший температурный диапазон для хранения семенного зерна составляет 0...10 °C.

Интенсивность дыхания зерна в значительной мере зависит от его зрелости и засоренности. Недозрелые, а также свежубранные зерна, в которых не завершился процесс послеуборочного дозревания, обладают более высокой интенсивностью дыхания.

Повышению энергии дыхания часто сопутствует явление самосогревания, в основе которого две причины: физиологические процессы, протекающие в массе, и физические свойства зерна. К физиологическим процессам относится дыхание всех живых компонентов зерновой массы (зерен основной культуры, семян сорных растений, микроорганизмов и амбарных вредителей), которое сопровождается выделением значительного количества тепла и влаги. Наряду с повышением температуры и влажности воздуха межзерновых пространств начинают проявлять свою жизнедеятельность микроорганизмы. Быстрое повышение температуры, которая может достичь 50...75°C, и увеличение влажности в процессе самосогревания приводят к частичному распаду органического вещества, снижению или полной потере всхожести, изменению цвета зерна и появлению запаха. Следует отметить, что на практике возможно самосогревание зерна, заложенного на длительное хранение в кондиционном по влажности и чистоте состоянии. Это обуславливается рядом факторов. Колебания температуры и относительной влажности окружающего воздуха могут вызвать, особенно осенью и весной, миграцию влаги в зерне, вследствие чего в охлажденной части зерновой массы влажность увеличивается. Кроме того, некоторая неравномерность влажности и чистоты зерна, получающаяся при его обработке, может привести при закладке на хранение к появлению в массе очагов с повышенной влажностью и засоренностью в результате самосепарации зерна.

Чтобы предупредить возможность ухудшения качественных показателей зерна, в

хранилищах проводят охлаждение и проветривание, очистку, сортировку, а также борьбу с амбарными вредителями. На основе изложенного, зернохранилище как объект контроля и управления можно представить параметрической схемой (рисунок 1). Основным параметрам контроля в этом объекте относятся температура Θ_{zt} и влажность ω_{zt} зерна, качественные показатели b_3 , а также такие показатели, как зараженность вредителями и свежесть зерна, характеризуемые на схеме параметром e_n . Основные возмущения, действующие на объект, это температура Θ_n и относительная влажность воздуха Φ_n в хранилище, а также температура Θ_{zn} , влажность ω_{zn} и чистота Ψ_{zn} зерна, закладываемого на хранение. В качестве управляющих воздействий используют подачу воздуха q_n в зерновую массу для ее охлаждения либо перемещение зерновой массы x_3 транспортирующими механизмами.

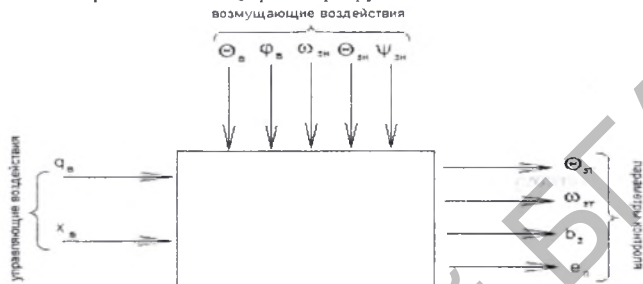


Рисунок 1 Параметрическая схема зернохранилища

Правильно организовать хранение зерна – это не допустить потери сухого вещества и обеспечить заданные значение качественных показателей. Поэтому целью оптимального управления процессом хранения является минимизация потерь массы зерна при соответствующих ограничениях по качественным показателям продукта в течении времени t , т.е.

$$\min G_n = F(\Theta_{zt}, \omega_{zt}, b_3, t), \quad (1)$$

при ограничениях

$$\Theta_{zt} \leq \Theta_{доп}, \quad (2)$$

$$\omega_{zt} \leq \omega_{кц}, \quad (3)$$

$$b_3 \geq b_{доп}. \quad (4)$$

где - $\Theta_{доп}$ – допустимая температура зерна;

$\omega_{кц}$ – предельная влажность зерна;

$b_{доп}$ – допустимое снижение качественных показателей зерна;

Алгоритм оптимального управления процессом хранения зерна в соответствии с критерием (1) ... (4) предусматривает необходимость контроля параметров Θ_{zt} , ω_{zt} , b_3 , e_n . Температуру зерна в хранилищах (элеваторах, металлических емкостях, складах напольного типа) контролируют устаревшими релейными системами дистанционного измерения температуры (ДКТЭ-4, ДКТЭ-4МГ, МАРС-1500) или вручную при помощи термощупов и термостанг, погружаемых в различные места зерновой массы. Температуру в соответствии с существующими рекомендациями [2] проверяют от 1 раза в неделю до 2 раз в месяц. Следует отметить, что указанные устройства и сроки контроля сильно устарели и не отвечают новым нормативным документам ТКП 185-2009 «Правила по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы» и ISO 4112:1990 Зерновые и бобовые культуры. Руководство по измерению температуры при хранении зерна насыпным способом.

Влажность, всхожесть, зараженность семян вредителями и показатели свежести зерна контролируют, отбирая пробы и выполняя их анализ в лабораторных условиях. Рекомендуемая периодичность контроля этих параметров значительно ниже и составляет для влажности 1 раз в месяц, а для всхожести не более раза в четыре месяца.

Таким образом, из указанных параметров наиболее важным с технологической и информационной точек зрения, наиболее полно и с наибольшей чувствительностью отражающим течение процесса хранения, является температура зерна. Контроль этого параметра на основе существующих средств в хранилищах несовершенен и требует больших затрат. При разработках новых проектов хранилищ и модернизации существующих, производстве технологических и технико-экономических расчетов необходимо применять новые современные системы дистанционного измерения температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург А.С., Громов М.А. Теплофизические свойства зерна, муки и крупы. - М.: Колос, 1984. – 304с.
2. Правила по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы – Министерство зерна и заготовок ССР, 1985г.