

УДК 631.362

Козлов А.В., Смолянинов Ю.Н., Хилько В.И., Титаев А.Е.

ГНУ ДальНИИМЭСХ Россельхозакадемии

**ТЕХНОЛОГИЯ СУШКИ СЕМЕННОГО ЗЕРНА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ  
В УСЛОВИЯХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА**

*В статье приводится краткий анализ существующих способов сушки семенного зерна в условиях Дальневосточного региона. Предлагается внедрение более совершенной технологии двухэтапной сушки зерна. Для этого предлагается модернизация ромбических сушилок на примере колхоза «Колос» Октябрьского района Амурской области.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДВУХЭТАПНАЯ СУШКА СЕМЕННОГО ЗЕРНА,  
РОМБИЧЕСКИЕ ЗЕРНОСУШИЛКИ, МОДЕРНИЗАЦИЯ

Kozlov A.V., Smolyaninov Yu.N., Hilko V.I., Titayev A.E.

State Scientific Institution Far Eastern Research Institute of Mechanization and Electrification  
of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences

**DRYING TECHNOLOGY THE INCREASED MOISTURE SEED GRAIN  
IN THE FAR EASTERN REGION.**

*The article analyses some methods of drying the seed grain in the Far Eastern region. It offers the introduction of more advanced technology, such as two-stage grain drying. That's why it offers the modernization of rhombic dryers on the example of collective farm "Kolos", Oktyabrsky district, Amur region.*

KEY WORDS: TWO-STAGE DRYING OF SEED GRAIN, RHOMBIC DRYERS,  
MODERNIZATION

Анализ литературных данных, обобщение опыта практической эксплуатации зерносушилок и исследования показали, что наиболее важными требованиями, предъявляемыми к сушке зерна (особенно семенного) являются: обеспечение в процессе сушки сохранности и даже улучшения исходного качества зерна; снижение материальных и энергетических затрат на сушку; обеспечение возможности сушки зерна различных культур и различного назначения независимо от его исходной влажности в потоке за один пропуск.

подавляющую часть зерна в сельском хозяйстве высушивают по прямоточной технологии с использованием шахтных и колонковых сушилок. Охлаждение высушенного зерна проводят во встроенных, реже в выносных охладителях при расходе наружного воздуха, как правило, сопоставимом с расходом теплоносителя.

Анализ существующих технологий сушки зерна и сушильного оборудования в отрасли свидетельствует, что сушка зерна, в том числе и семенного с повышенной влажностью, осуществляется в основном в шахтных прямоточных зерносушилках, которые

характеризуются значительной неравномерностью сушки и существенными тепловыми затратами.

Режимы сушки семян в шахтных зерносушилках определяются действующей инструкцией, которая предусматривает при сушке семян пшеницы, ржи, ячменя, овса, гречихи влажностью до 19% максимальный нагрев их до 40<sup>0</sup>С, а температуру агента сушки до 70<sup>0</sup>С. Если на сушку поступают семена, влажность которых превышает 20%, их следует сушить ступенчатым режимом или за несколько пропусков, снижая температуру агента сушки на первоначальной стадии. При этом сьем влаги за один пропуск не должен превышать 4-5%.

Производительность зерносушилок в семенном режиме снижается в 2-3 раза, усложняется организация процесса сушки. Необходимо организовывать временное хранение частично просушенного зерна в ожидании повторных пропусков через сушилку, перемещать зерно несколько раз, что приводит к увеличению трудовых и энергетических затрат и снижению качества семян в результате травмирования.

В сравнении с шахтными прямоточными сушилками рециркуляционные зерносушилки имеют ряд преимуществ, прежде всего за счет более высокого КПД, но и они имеют существенные недостатки. Это прежде всего необходимость несколько раз поднимать зерновую массу на высоту зерносушилки, что неминуемо ведёт к дополнительному травмированию зерна и повышает затраты энергии на подъем зерна.

Хороший эффект дает применение двухэтапной (комбинированной) сушки зерна, когда зерно не досушивается в зерносушилках на 1,5-2,0% до заданного значения, а до кондиционной влажности его досушивают после 5-10-часовой отлежки в бункерах активного вентилирования при продувании через него наружного воздуха.

Такая технология рекомендуется специалистами ДальНИИМЭСХ и используется при проектировании зерноочистительно-сушильных комплексов в хозяйствах области. Она позволяет рационально использовать тепло для сушки зерна, повысить производительность высокотемпературных сушилок и значительно сократить энергетические затраты. Наиболее эффективна двухэтапная сушка для твердых сортов пшеницы, семенного зерна, а также зерновых культур, подверженных трещинообразованию при сушке, таких как риса и кукурузы. Заслуживает внимания сушка семян в насыпи в камерных зерносушилках периодического действия. По температуре агента сушки режимы сушки семян в камерных сушилках значительно

мягче по сравнению с шахтными, с запасом в 10-20<sup>0</sup>С.

В качестве объекта исследований выбраны ромбические зерносушилки с наклонным полом периодического действия, установленные в колхозе «Колос» Октябрьского района Амурской области (рис. 1). Многолетняя эксплуатация зерносушилок при выполнении технологического процесса сушки зерна повышенной влажности позволяет получать семена высоких посевных кондиций, зерно не травмируется транспортирующими устройствами, доведение семян до заданных кондиций осуществляется за один цикл путем управления технологическими параметрами в процессе сушки. Зерносушилка проста в конструктивно-эксплуатационном отношении.

Процесс сушки зерна происходит следующим образом (рис.1): сырое зерно из бункера 1 поступает в сушильную камеру 3. Скребковый транспортер 2 равномерно распределяет его по всей длине камеры одинаковым слоем. После загрузки сушильной камеры агент сушки, поступающий в воздухо-распределительный канал, проходит через сетчатый пол и продувает слой зерна. Процесс сушки продолжается до достижения зерном заданной конечной влажности. Высушенное зерно через боковые разгрузочные заслонки сбрасывается по наклонному полу в камеру сухого зерна 5, откуда ленточным транспортером 6 отправляется на дальнейшую обработку. После чего сушильная камера вновь заполняется сырым зерном.

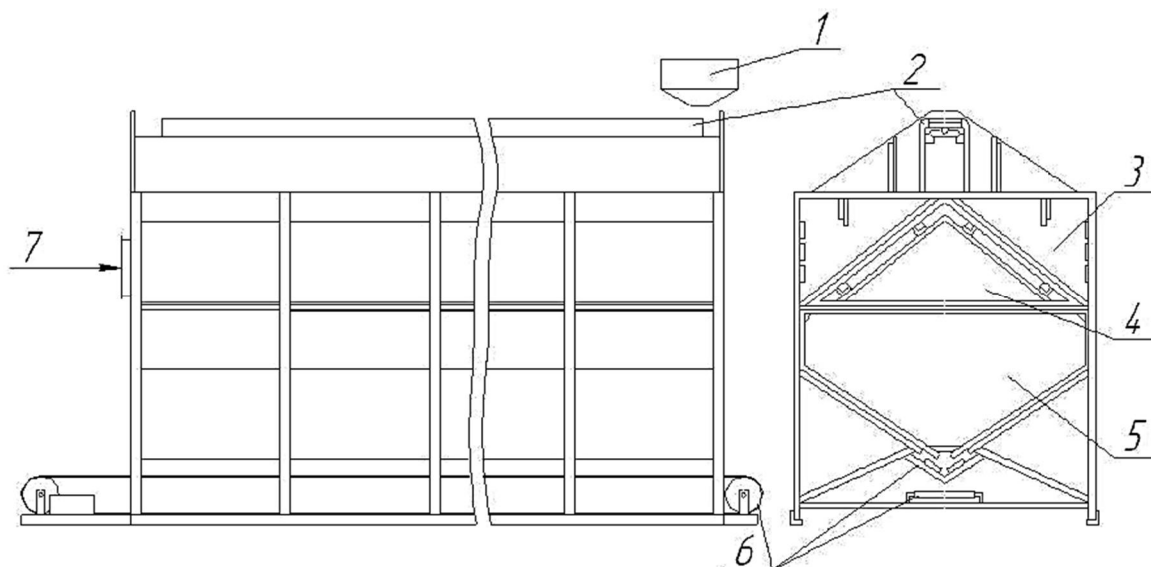


Рис.1. Общий вид сушилки:

- 1 – бункер сырого зерна; 2 – распределительный транспортер; 3 – сушильная камера;
- 4 – воздухо-распределительный канал; 5 – камера для сухого зерна; 6 – ленточный транспортер;
- 7 – агент сушки.

Основными недостатками, выявленными в результате экспериментальных исследований, являются

– остаточная неравномерность сушки семян, которая зависит от состояния исходного материала, поступающего на сушку, высоты насыпи и продолжительности процесса;

– большие непроизводительные потери теплоты, затраченные на нагрев зерна, и потери в окружающую среду, которые составили не менее 30% от общей суммы затрат теплоты на сушку.

Чтобы создать условия для эффективной работы зерносушилок для сушки семян различной исходной влажности и разных культур, необходимо осуществить их доработку.

Для этого объединяем две сушильные камеры в единый технологический процесс, что обеспечит более эффективное использование оборудования 9 (рис. 2). В частности, общая горелка на две камеры будет работать бесперебойно, несмотря на цикличность процесса сушки. В сушильной камере устанавли-

ваем регулируемые щитки, обеспечивающие необходимую равномерную толщину слоя, которая задается режимом сушки в зависимости от исходной влажности, поступающей на сушку зерновой массы.

В днище камеры сухого зерна необходимо выполнить перфорацию с отверстиями диаметром 2,5 мм, или размером 1,7х2,0 мм, для всасывания атмосферного воздуха при досушивании и охлаждении семян. Необходимо оборудовать камеры системой вентиляции и воздухопроводов в соответствии с технологической схемой.

Технологический процесс сушки зерна происходит следующим образом. Поступающий с поля зерновой ворох очищается от примесей и подается в камеру сушки. Транспортер распределяет зерновую массу равномерно по длине камеры. В зависимости от исходной влажности зерна задается толщина слоя, которая обеспечивается за счет установки регулируемых щитков на определенную высоту.

- ▶ агент сушки
- ▶ отраб. воздух
- - -▶ атмосферный воздух
- ▶ атм. возд. после охл. зерна

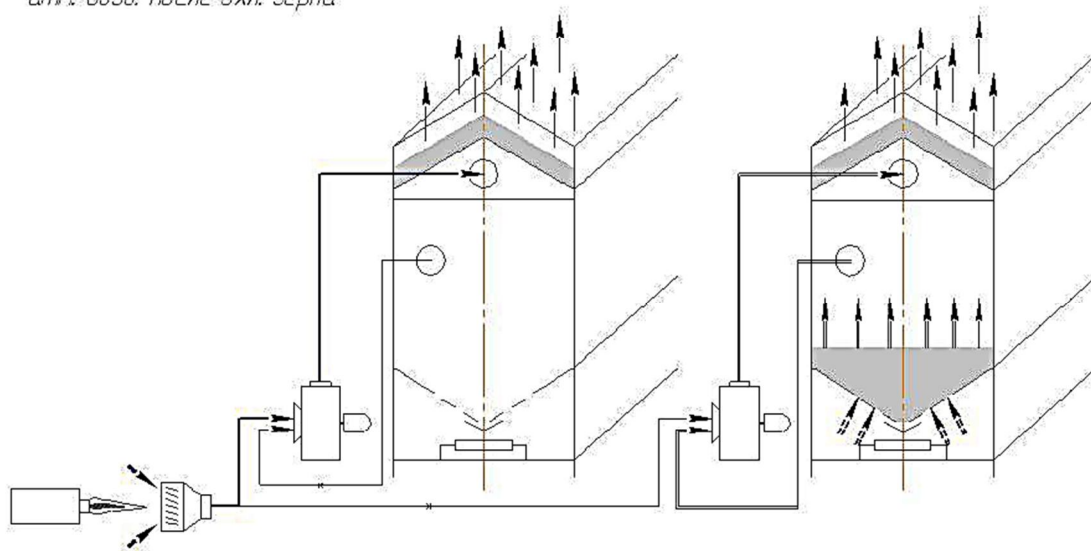


Рис. 2. Технологическая схема сушилки после модернизации

После загрузки сушильной камеры и вывода процесса на оптимальные режимы происходит просушивание зерновой насыпи агентом сушки, которое продолжается до достижения зерном заданной конечной влажности в нижнем слое.

После завершения процесса сушки зерно сбрасывается самотеком в нижнюю камеру,

при этом происходит перемешивание зерновой массы нижнего и верхнего слоев. В нижней камере осуществляется цикл отлежки, в процессе которого происходит выравнивание влажности отдельных зерновок в массе за счет их контактирования друг с другом и перемещение внутренней влаги зерновки к ее поверхности. Этому способствует использо-

вание теплоты нагретого зерна, накопленной в процессе сушки. С увеличением продолжительности отлежки сокращаются время охлаждения зерна до конечной оптимальной температуры удельный расход воздуха на сушку и охлаждение зерна удельные затраты теплоты на испарение влаги, а также внутреннее сопротивление зерна испарению влаги.

В период отлежки в сушильную камеру загружается очередная партия сырого зерна. Прошедшее отлежку зерно за счет создаваемого вентилятором разрежения в камере продувается атмосферным воздухом, который поступает через перфорированную поверхность днища камеры. Происходит досушивание зерна и его охлаждение до температуры окружающей среды. Атмосферный воздух, который частично насыщается влагой при досушивании и нагревается при охлаждении, поступает в воздушный канал сушильной камеры. При продувании свежей партии зерна, которое характеризуется, как правило, значительной неоднородностью по влажности, происходит выравнивание влажности всей партии зерна и частичное удаление влаги, находящейся в свободном состоянии на его поверхности. Стабилизация по влажности зерна, подаваемого на сушку, обеспечивает сокращение длительности сушки и устойчивую работу сушилок и тем самым повышает их технико-экономические показатели. Продолжительность одного оборота камеры равна

$$t_0 = t_{зск} + t_{ст} + t_{суш} + t_{рск} = t_{зксз} + t_{отл} + t_{охл} + t_{рксз}$$

где  $t_1$  - разгрузка сушильной камеры и загрузка камеры отлежки, час;  
 $t_2$  - период отлежки, ч;  
 $t_3$  - охлаждение сухого и предварительная сушка влажного зерна, ч;  
 $t_4$  - выгрузка сухого зерна, ч;  
 $t_5$  - сушка агентом, ч;  
 $t_6$  - загрузка сушильной камеры, ч.

Для ритмичной работы камеры подключаются поочередно со сдвигом в фазах сушки через равные интервалы времени

$$t_{инт} = \frac{t_0}{m},$$

где  $m$  - число блоков в сушильном модуле, в данном случае 4 блока.

Такое распределение сдвига фаз по времени позволяет постоянно пропускать агент сушки через одну из камер, то есть обеспечивающий подогрев агента сушки теплогенератор работает постоянно.

Таким образом, в течение одного оборота любого блока сушильного модуля повторяются однотипные циклы.

Оптимальное сочетание технологических приемов, заложенных в разработанной технологической схеме сушки семенного зерна повышенной влажности, позволяет использовать их преимущественные стороны, которые заключаются в следующем:

1. Проведение сушки зерна за один пропуск до требуемых кондиций снижает энергетические затраты, необходимые на перемещение зерна через сушилку. Кроме этого, снижается механическое воздействие рабочими органами транспортеров на зерновки, соответственно, снижается травмирование семян.

2. Температурный режим сушки семян в камерных сушилках значительно мягче по сравнению с шахтными, соответственно, меньшая интенсивность испарения влаги при сушке семян в насыпи способствует перемещению влаги внутри зерна преимущественно в виде жидкости. Это способствует переносу водорастворимых веществ в сторону зародыша, ускоряет послеуборочное дозревание семян, повышает потенциальную энергию их жизненных функций.

3. Эффективно применение комбинированной двухэтапной сушки, когда зерно не досушивается в сушильной камере на 1,5-2% до заданного значения, а до кондиционной влажности его досушивают после 4-6 часовой отлежки при продувании через него наружного воздуха. Данная технология снижает удельный расход топлива на 15-30% и расход электроэнергии на 20%.