

### ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СУШКИ СЕМЯН В КАМЕРНОЙ ЗЕРНОСУШИЛКЕ НАПОЛЬНОГО ТИПА

*В статье рассматриваются вопросы рациональных режимов энергосберегающей технологии сушки семян и обоснование возможности создания технологических режимов для зерносушилки циклического действия при работе в поточной линии. Целью работы является усовершенствование сушилки камерного типа с наклонным полом. Показана эффективность применения комбинированной двухэтапной сушки в сушилках данного типа. Приведена технологическая схема работы зерносушилки после её модернизации. Оптимальное сочетание технологических приемов, заложенных в разработанной технологической схеме сушки семенного зерна повышенной влажности, позволяет использовать их преимущественные стороны: проведение сушки зерна за один пропуск до требуемых кондиций; мягкий режим сушки, по сравнению с шахтными сушилками; простота конструкции зерносушилок; возможность формировать зерносушильные модули из сушильных блоков разной производительности.*

**Ключевые слова:** семенное зерно, зерносушилка напольного типа, модернизация.

A.V. Kozlov, V.I. Hilko

### ENERGY SAVING TECHNOLOGY OF DRYING SEEDS IN THE DRYER CHAMBER FLOOR TYPE

*In the article the questions of rational modes of energy saving technology for drying of seeds and substantiation of possibility of creation of technological regimes to the dryer cyclic operation when working in the production line are studied. The aim of this work is to improve the dryer of the chamber type with sloping floors. The efficiency of using the combined two-stage drying in a dryer of this type is investigated. The technological scheme of operation of the dryer after the upgrade is included. The optimal combination of processing methods laid down in is developed the technological scheme of drying seed grain of high humidity, allows IP to use their pre-emptive hand: holding of grain drying in a single pass to the required of conditions; soft drying mode, compared to the shaft dryers; simplicity of design of grain dryers; grain drying to form modules of blocks of different drying performance.*

**Key words:** seed grain, dryer floor type, modernization.

**Введение.** Технология послеуборочной обработки семян – это сложная функциональная система, которая оказывает многократное влияние на конечный результат, т. е. на качество семян. Из-за неудовлетворительного качества семян существенно снижается результативность производства сельскохозяйственной продукции, перерасходуется посевной материал и снижается урожайность. Мероприятия, направленные на улучшение качества семян, следует отнести к категории первоочередных, так как их выполнение обеспечивает высокую эффективность и быструю их окупаемость.

В рамках научно-исследовательской работы в ФГБНУ ДальНИИМЭСХ г. Благовещенска был проведен анализ посевных качеств семян зерновых культур и сои в семеноводческих хозяйствах региона в период сева, которые оказались очень низкими.

При проведении аналитического обзора технологий и технических средств, применяемых в хозяйствах области для подготовки семян, были выявлены основные причины низкого качества семян:

- семена в процессе обработки подвергаются многократным силовым воздействиям рабочих органов, в результате чего нарушается целостность их наружных покровов и внутренних тканей;
- недостаточные мощности по приему, очистке и хранению поступающего с поля зернового вороха на первом этапе ведет к накоплению вороха на площадках, что приводит к снижению его качественных показателей и порче;

- низкая производительность машин вторичной очистки и отсутствие специальных машин, обеспечивающих получение семян высоких биологических свойств;
- жёсткая связь в поточных линиях не учитывает состояние поступающего на обработку зернового вороха и требования к качеству конечного продукта;
- зерновой ворох поступает с поля с повышенной влажностью и засоренностью – это, в свою очередь, приводит к резкому снижению производительности зерноочистительных машин и зерносушилок.

подавляющую часть семян в регионе высушивают по прямоточной технологии с использованием шахтных и колонковых сушилок. Шахтные и барабанные сушилки имеют ряд недостатков при использовании для сушки семян:

- все семена во время сушки перемещаются, что ведет к их травмированию;
- жесткие температурные режимы сушки негативно влияют на качество семян;
- постоянное перемещение зерна в процессе сушки затрудняет контроль параметров сушки;
- максимальный влагосъем составляет 6 % за один пропуск, влажное зерно приходится прогонять несколько раз, что ведет к дополнительным затратам и травмированию семян;
- сложность монтажа и эксплуатации, большие капитальные затраты.

В связи с этим особое внимание заслуживают установки для сушки семян в неподвижном слое активным вентилированием, основные достоинства которых:

- мягкие режимы сушки, которые исключают тепловое травмирование зерна и способствуют процессу дозревания семян;
- исключено перемещение влажной массы, за счет чего снижаются микроповреждения зерен более чем в четыре раза [1];
- не требуют больших капиталовложений, просты по устройству;
- обеспечивают сушку различной зерновой массы с любой исходной влажностью за одну загрузку;
- могут быть использованы для хранения зерна после сушки.

Несмотря на большой ряд достоинств, данные сушилки имеют существенные недостатки:

- неравномерное распределение расхода агента сушки по объему сушильной камеры;
- невозможность организовать технологический процесс сушки по принципу потока. Сушилки данного типа имеют периодическую загрузку и выгрузку зерна, что существенно уменьшает производительность всего зерноочистительно-сушильного оборудования;
- низкий тепловой КПД.

Среди установок для сушки семян активным вентилированием подогретым воздухом преимуществом по интенсивности и технологичности обладают камерные сушилки с наклонным сетчатым полом [2].

**Цель исследования:** повышение эффективности сушки семян за счет разработки технологических режимов и совершенствования параметров камерной зерносушилки с наклонным полом.

**Задачи исследования:**

- обоснование рациональных режимов энергосберегающей технологии сушки зерна;
- обоснование возможности создания технологических режимов зерносушилки циклического действия для работы в поточной линии.

**Методика и результаты исследования.** Известна двухэтапная технология сушки зерна, согласно которой зерно не досушивают на 1,7–3,0 % до кондиционной влажности в зависимости от его назначения (меньший влагосъем для семян, больший – для фуражного зерна) в зерносушилках, отлеживают в течение определённого времени и охлаждают вентилированием наружным воздухом в выносных ёмкостях [3]. Медленное охлаждение зерна позволяет более 50 % тепла, аккумулированного при сушке, использовать для снижения влажности, что существенно уменьшает энергозатраты.

В данном случае предлагается технологию применить в одной сушилке без выносных емкостей. Для этого была предложена следующая схема работы сушилки (рис. 1). Объединение двух

сушильных камер вентиляционно-отопительной системой обеспечивает бесперебойную работу теплогенератора 1 при цикличности технологического процесса. Применение поточной технологии позволит сократить простои, связанные с перерывами в работе, и зерносушилка при этом не успевает остыть, а значит, снижаются потери теплоты в окружающую среду через нагретые поверхности.

После загрузки сушильной камеры 6 и вывода процесса на оптимальные режимы происходит просушивание зерновой насыпи агентом сушки, которое продолжается до достижения зерном заданной конечной влажности в нижнем слое. При этом остаточная неравномерность сушки в верхних слоях может достигать 3–4 %. То есть зерно возможно сушить в среднем до влажности 15,5 %. Дальнейший съём влаги до кондиционной происходит за счёт эффективного испарения благодаря теплу, ранее аккумулированному в процессе его нагрева и сушки высокотемпературным теплоносителем, что составляет порядка 10–11 % экономии топлива.

После завершения процесса сушки зерно сбрасывается самотеком в нижнюю камеру отлёжки 7, при этом происходит перемешивание зерновой массы нижнего и верхнего слоев. В нижней камере осуществляется выравнивание влажности отдельных зерновок в массе за счет их контактирования друг с другом и перемещение внутренней влаги зерновки к ее поверхности. Этому способствует использование теплоты нагретого зерна, накопленной в процессе сушки.

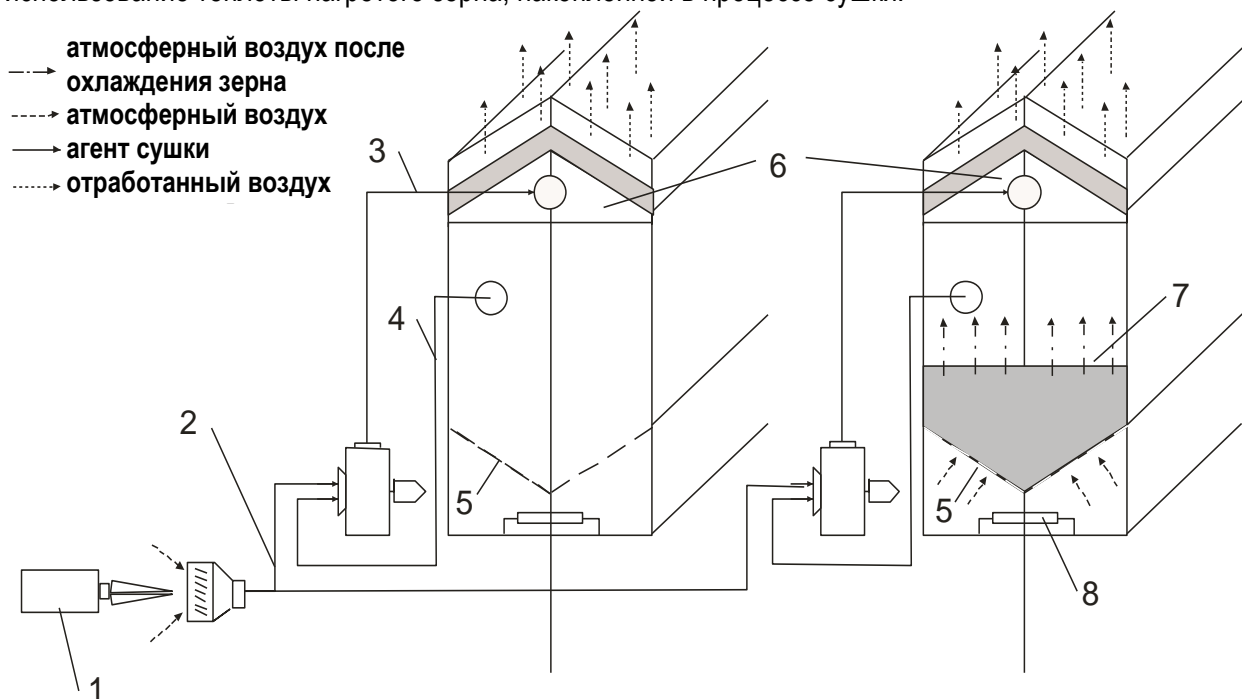


Рис. 1. Схема работы зерносушилки: 1 – теплогенератор; 2 – воздуховод; 3 – нагнетающий патрубок; 4 – всасывающий патрубок; 5 – перфорированное дно; 6 – камера сушки; 7 – камера отлёжки; 8 – выгрузной транспортёр

В период отлёжки в сушильную камеру 6 загружается очередная партия сырого зерна. Прощедшее отлёжку зерно за счет создаваемого вентилятором разрежения в камере продувается атмосферным воздухом, который поступает через перфорированную поверхность дна камеры 5. Происходит досушивание зерна и его охлаждение до температуры окружающей среды. Атмосферный воздух, который частично насыщается влагой при досушивании и нагревается при охлаждении зерна, поступает в воздушный канал сушильной камеры и через нагнетающий патрубок 3 поступает в камеру сушки. 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. Разработан график ритмичной работы зерносушилки (рис. 2).

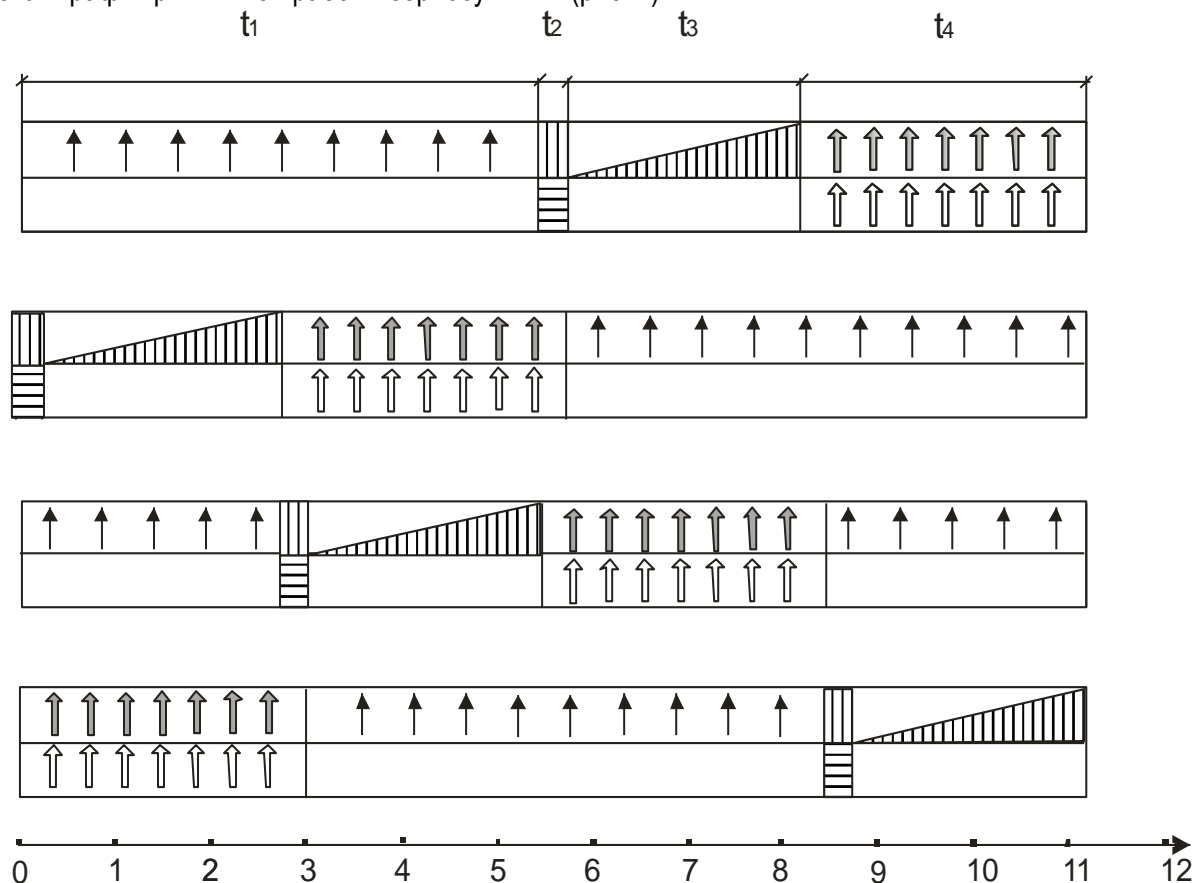


Рис. 2. График ритмичной работы сушилки:  $t_1$  – сушка зерна;  $t_2$  – разгрузка сушильной камеры и загрузка камеры отлёжки;  $t_3$  – период отлёжки и загрузки сушильной камеры;  $t_4$  – охлаждение сухого и предварительный прогрев (сушка) влажного зерна

Продолжительность одного оборота камеры,  $t_0$ , равна

$$t_0 = t_{зск} + t_{ст} + t_{суш} + t_{рск} = t_{зксз} + t_{отл} + t_{охл} + t_{рксз}, \quad (1)$$

где  $t_{зск}$  – загрузка сушильной камеры сырым зерном, ч;

$t_{ст}$  – период стабилизации, ч;

$t_{суш}$  – сушка агентом, ч;

$t_{рск}$  – разгрузка сушильной камеры, ч;

$t_{зксз}$  – загрузка камеры сухого зерна, ч;

$t_{отл}$  – время отлёжки, ч;

$t_{охл}$  – охлаждение сухого и предварительная сушка влажного зерна, ч;

$t_{рксз}$  – разгрузка камеры сухого зерна, ч.

Для ритмичной работы камеры подключаются поочередно со сдвигом в фазах сушки через равные интервалы времени  $t_{инт}$ , ч:

$$t_{\text{инт}} = \frac{t_o}{m}, \quad (2)$$

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, т. е. обеспечивающий подогрев агента сушки теплогенератор работает постоянно. Таким образом, в течение одного оборота любого блока сушильного модуля повторяются однотипные циклы.

**Выводы.** 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.

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.

4. Простота конструкции зерносушилок позволяет организовать их производство в регионе, возможность формировать зерносушильные модули из сушильных блоков разной производительности, в зависимости от объемов производства семян.

### Литература

1. Мельник Б.Е. Справочник по сушке и активному вентилированию зерна. – М.: Колос, 1980. – 148 с.
2. Манасян С.К. Камерная зерносушилка // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 2. – С. 166–170.
3. Голубкович А.В., Павлов А.С. Тепломассоперенос при двухэтапной сушке зерна // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 4. – С. 26–29.

### Literatura

1. Mel'nik B.E. Spravochnik po sushke i aktivnomu ventilirovaniyu zerna. – M.: Kolos, 1980. – 148 s.
2. Manasyan S.K. Kamernaya zernosushilka // Vestn. KrasGAU. – 2009. – № 2. – S. 166–170.
3. Golubkovich A.V., Pavlov A.S. Teplomassopereenos pri dvuhehtapnoj sushke zerna // Sel'skoho-zyajstvennyye mashiny i tekhnologii. – 2010. – № 4. – S. 26–29.

