

3. Малин, Н.И. Использование метода «оптимальных» конечных параметров в моделировании кинетики двухступенчатой сушки зерна / Н.И. Малин // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 62-5. – С. 25-32.

4. Малин, Н.И. Моделирование кинетики двухступенчатой рециркуляционной сушки зерна / Н.И. Малин // Международный технико-экономический журнал. – Москва, 2019. – № 4. – С. 7-14.

УДК 664.723

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЯМОТОЧНОЙ СУШКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПРОПУСКА ЗЕРНА ЧЕРЕЗ ДВЕ ЗЕРНОСУШИЛКИ**

*Малин Николай Иванович, профессор кафедры теплотехники гидравлики и энергообеспечения предприятий, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** На основе анализа и моделирования различных вариантов организации процесса, дана оценка энергоэффективности сушки зерна повышенной влажности на базе двух зерносушильных агрегатов.*

***Ключевые слова:** зерно, неравномерность нагрева и сушки зерна, непрерывная и прерывистая сушка, энергоэффективность.*

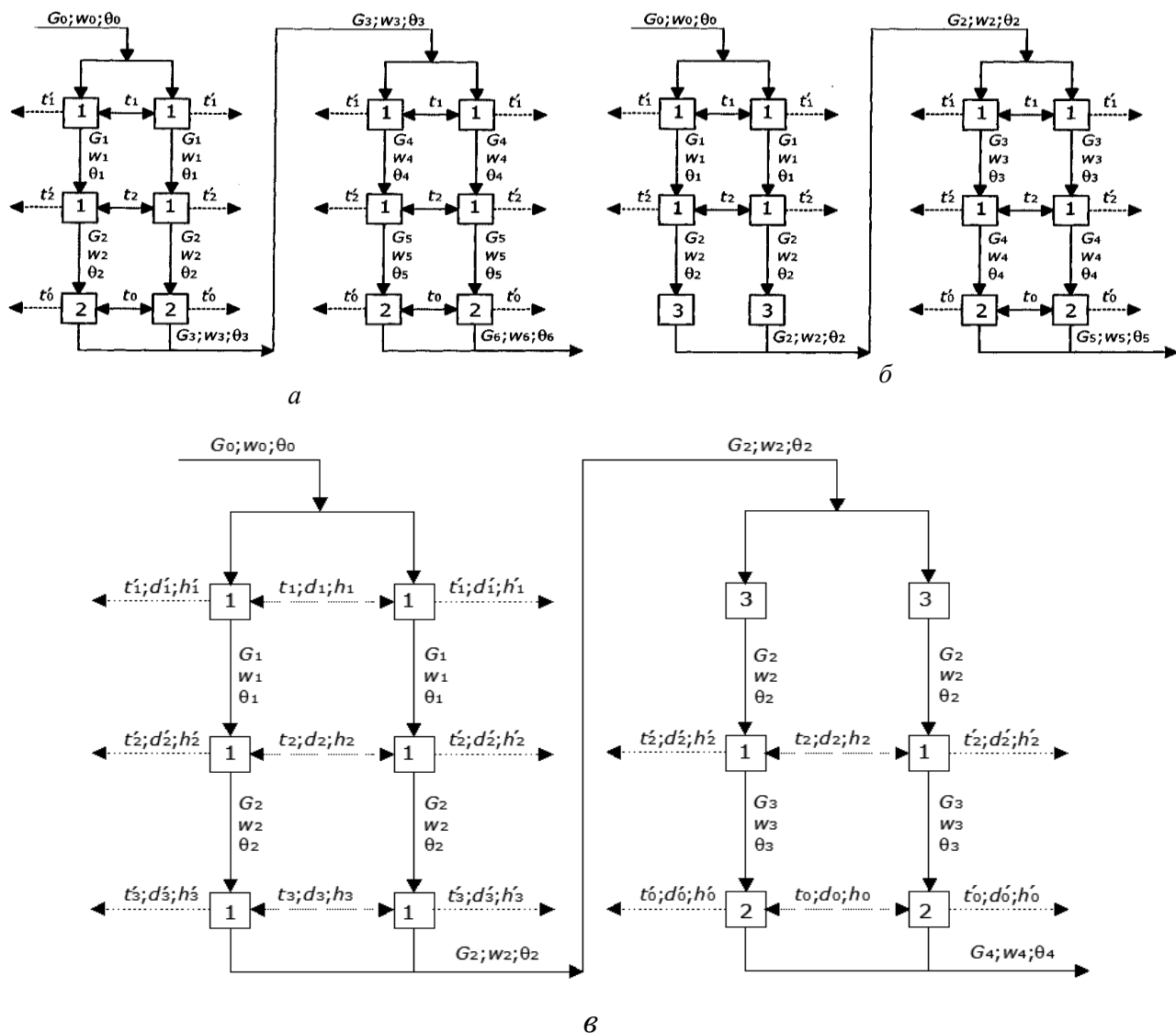
Вследствие значительной неравномерности нагрева и сушки зерна, характерной для шахтных прямоточных зерносушилок [1], действующей Инструкцией по сушке продовольственного, кормового зерна, маслосемян и эксплуатации зерносушилок № 9-3-82 (1982 г.) рекомендуется зерно пшеницы и семена подсолнечника влажностью свыше 20%, с учетом их термоустойчивости [2] сушить за два пропуска через зерносушильный агрегат, или, как вариант, через два последовательно смонтированных зерносушильных агрегата.

В целях выбора наиболее энергоэффективного варианта сушки зерна повышенной влажности, автором, помимо традиционного, проанализировано несколько, представленных на рис. 1, возможных вариантов организации процесса.

Традиционный вариант реализации подобного ограничения по величине влагосъема при сушке зерна повышенной влажности, заключается в последовательном пропуске зерна через два агрегата (или даже один агрегат) с промежуточной отлежкой зерна в хранилище, то есть в условиях прерывистой сушки. Отличительная особенность данного варианта – зерносушилки работают в штатном режиме, в соответствии с рекомендуемыми Инструкцией режимами, а продолжительность отлежки зависит от оснащенности предприятий зерносушильными мощностями: чем они меньше, тем дольше период отлежки. Положительным при данной

организации процесса является эффект выравнивания полей влажности по сечению отдельных зерновок. Недостаток – дополнительные затраты теплоты (и топлива) на нагрев зерна во втором агрегате.

Вариант организации процесса по схеме, представленной на рис. 1, а по существу представляет собой работу последовательно смонтированных зерносушилок в штатном режиме, с использованием зон сушки и охлаждения по основному назначению, в условиях непрерывной сушки. Недостаток – дополнительные затраты теплоты во втором агрегате на нагрев зерна, охлажденного в первом агрегате.



**Рис. 1. Функционально-параметрические схемы непрерывной сушки зерна повышенной влажности в двух зерносушильных агрегатах:**  
 1 – прием подвода к зерну агента сушки;  
 2 – прием подвода к зерну атмосферного воздуха;  
 3 – отлежка зерна; а – вариант с работой зерносушильных агрегатов в штатном режиме; б – вариант с промежуточной отлежкой зерна в зоне охлаждения первого агрегата; в – вариант с введением 3 зоны сушки в первом агрегате и отлежкой зерна в 1 зоне сушки второго агрегата.

Вариант организации процесса по схеме, представленной на рис. 1, б представляет собой работу последовательно смонтированных зерносушилок с использованием их зон сушки в штатном режиме; отличие – в зоны охлаждения первого агрегата перекрыт доступ охлаждающего воздуха, и они используются в качестве зоны промежуточной отлежки перед поступлением зерна в 1 зону сушки второго агрегата. По существу, в данной схеме второй агрегат используется в качестве аналога зон досушки (правда, не с одной, а с двумя зонами сушки) и окончательного охлаждения шахтной рециркуляционной зерносушилки. Как следствие – низкая эффективность охлаждения просушенного зерна.

Вариант организации процесса по схеме, представленной на рис. 1, в, представляет собой работу последовательно смонтированных зерносушилок с использованием зоны охлаждения первого агрегата в качестве дополнительной 3 зоны сушки, а 1 зоны сушки второго агрегата в качестве зоны отлежки. В этих условиях, второй агрегат является по существу идеальным вариантом зон досушки и охлаждения рециркуляционной зерносушилки: в зону досушки поступает предварительно нагретое до предельных значений температуры и прошедшее отлежку зерно; при подводе агента сушки имеет место интенсивное испарение влаги с поверхности отдельных зерен за счет их внутренней теплоты, сопровождающееся понижением температуры зерна; при подводе атмосферного воздуха имеет место дополнительное охлаждение просушенного зерна. В итоге, по совокупности достоинств, а также по результатам моделирования [3, 4, 5] данный вариант является наиболее энергоэффективным.

### **Библиографический список**

1. Малин, Н.И. Особенности организации процесса сушки зерна повышенной влажности в шахтных прямоточных зерносушилках / Н.И. Малин, Е.И. Третьяков // Доклады ТСХА: Сборник статей. Выпуск 292. Часть I. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2020. – С. 194-199.
2. Малин, Н.И. Термоустойчивость и неравномерность нагрева, как факторы воздействия на режим сушки зерна / Н.И. Малин // Международный технико-экономический журнал. Москва, 2018. № 4. С. 26-36.
3. Малин, Н.И. Моделирование кинетики двухступенчатой прямоточной сушки зерна / Н.И. Малин // Евразийский союз ученых. Ежемесячный научный журнал. – 2019. – № 12 (69) 5 часть. – С. 11-16.
4. Малин, Н.И. Использование метода «оптимальных» конечных параметров в моделировании кинетики двухступенчатой сушки зерна / Н.И. Малин // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 62-5. С. 25-32.
5. Малин, Н.И. Моделирование кинетики двухступенчатой рециркуляционной сушки зерна / Н.И. Малин // Международный технико-экономический журнал. – Москва, 2019. – № 4. – С. 7-14.