



Студенттер мен жас ғалымдардың  
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2018»**  
XIII Халықаралық ғылыми конференциясы

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

XIII Международная научная конференция  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2018»**

The XIII International Scientific Conference  
for Students and Young Scientists  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2018»**



12<sup>th</sup> April 2018, Astana

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2018»  
атты XIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2018»**

**PROCEEDINGS  
of the XIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2018»**

**2018 жыл 12 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**

**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2018» атты студенттер мен жас ғалымдардың XIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2018» = The XIII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2018». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2018. – 7513 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-997-6**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-997-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2018

## **ВНЕДРЕНИЕ ВИХРЕВОЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ГОРЕЛКИ ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНА В СЕВЕРНОМ И ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА**

**Алин Санжар Бауыржанович**

*alin\_sanzhar@mail.ru*

Магистрант кафедры «Теплоэнергетика» Транспортно-энергетического факультета

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Руководитель - М.Г.Жумагулов

Основной задачей сушки зерна и масличных культур является снижение его влажности до значений, при которых зерно можно безопасно заложить на длительное хранение, не опасаясь возникновения очагов самосогревания. Однако сушка зерна - это не только способ понижения влажности. При правильно подобранном режиме сушки зерна происходит его физиологическое дозревание и улучшение качества.

Необходимость в сушке зерна увеличилась с появлением высокопроизводительных комбайнов. Как результат сократилось время, затрачиваемое на уборку. Поэтому появилась потребность в высокопроизводительных сушилках. Подобные установки обеспечивают увеличение срока хранения зерна, снижают его потери в поле при уборке, позволяют быстро передать зерно с поля на длительное хранение.

Среди множества способов сушки зерна преобладают методы, основанные на тепловом воздействии. По способу теплопередачи они делятся на:

- конвективная сушка нагретым воздухом;
- солнечная сушка;
- сушка током высокой частоты;
- сушка смесью топочных газов;
- сушка инфракрасными лучами;
- сушка во взвешенном состоянии;
- вакуумная сушка;
- сушка с нагревом зерен на горячей поверхности (контактная).

Чаще всего используется конвективная сушка нагретым воздухом. Этому методу уже более 50 лет.

Виды зерносушилок представлены несколькими основными типами: шахтные, вибрационные, барабанные, камерные, рециркуляционные.

Для конвективных сушилок характерно применение нагретого воздуха в качестве сушильного агента. Их конструкция обеспечивает передачу тепла от воздуха к зерну, поглощение воздухом влаги и удаление его из сушильной камеры. Так же существуют сушилки, в которых в процессе сушки применяются продукты сгорания топлива. Они смешиваются с воздухом для сушки. В качестве топлива обычно используется газ. Проходя через зерно, продукты сгорания не оказывают отрицательного влияния при правильной настройке газовой горелки. Для работы достаточно крупных зерносушилок может использоваться не только природный газ, но и жидкое топливо. В конструкции сушилок, работающих на жидком топливе, имеется теплообменник. Он служит для подачи чистого воздуха.

Конвективный метод сушки на сегодняшний день остаётся самым конкурентоспособным среди всех способов подвода тепла к зерну. При этом используется жидкое топливо или газ. На сегодняшний день предпринимаются попытки использовать инфракрасное излучение, но до массового применения таких зерновых сушилок ещё далеко. Факторы, влияющие на выбор сушилки:

- производительность;
- стоимость;
- безопасность работы;

- надёжность контроля температуры;
- стабильная производительность;
- наличие транспортного оборудования.

Немаловажным является простота очистки сушилки. Особенно это актуально для сушки разных партий семенного зерна. Процесс сушки оказывает влияние на качество зерна. Может ухудшиться всхожесть, произойти подгорание, снизиться хлебопекарные качества муки.



Рисунок 1- Шахтная зерносушилка

Шахтные зерносушилки состоят из двух шахт, которые имеют равную вместимость и вертикальную норию. Обычно их монтируют на постоянном фундаменте. Принцип действия простой. Зерно под действием собственного веса проходит через сушилку. Подача горячего воздуха осуществляется снизу вверх. После сушки зерно подаётся в специальные охлаждающие камеры. Шахтные сушилки рассчитаны на партии в 8 и 16 тонн зерна. Для продовольственного и семенного зерна режимы сушки различны. Так при сушке продовольственного зерна за один цикл удаляется 5-6% влаги и производительность составляет 8-16 тонн/час, в то время как у семенного зерна удаляется 3-4% влаги при производительности 4-8 тонн/час. Для сушки зерна в шахтных сушилках необходима предварительная очистка от соломы и шелухи для предотвращения возгорания.



Рисунок 2 - Барабанная зерносушилка

Барабанные сушилки по производительности и удалению влаги за один цикл (5-6% продовольственное зерно и 3-4% семенное) не уступают шахтным. Основные конструктивные элементы сушилки: топка, барабан, камера охлаждения. Ось барабана оснащена металлическими пластинами. Они заставляют зерно двигаться по горизонтальной спирали. Барабанные сушилки отличаются компактностью. Благодаря этому они легко

транспортируются. Но, не смотря на это, чаще всего они применяются в качестве стационарных.

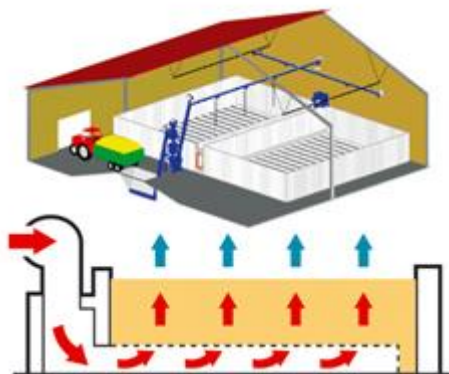


Рисунок 3 - Камерная зерносушилка

Камерные сушилки занимают значительную площадь. Подача зерна осуществляется механическим способом. У сушилок данного типа имеется воздуховод. Они состоят из двух камер с перфорированным полом. Зерно насыпается слоем, не превышающим 80 см. В противном случае зерно может плохо просушиться. Процесс сушки заключается в продувании зерна воздухом, который может быть немного подогрет. В сушилку загружается первый слой, затем после его высыхания второй. И так далее. До полного заполнения силоса зерном. Для наполнения силоса зерном и удаления слоя равной толщины существует специальное оборудование. Для равномерного удаления влаги в сушилке имеются встроенные шнеки для перемешивания зерна в процессе сушки. Влага удаляется за одну загрузку до сухого состояния зерна.



Рисунок 4 - Рециркуляционная зерносушилка

Рециркуляционные зерносушилки конструктивно похожи на шахтные. Но у них есть существенные отличия. В этих сушилках зерно, которое подаётся в шахту сверху, нагревается за несколько секунд и под действием своего веса падает на дно шахты. Здесь часть зерна отправляется на хранение, а часть направляется в другую шахту, в которой происходит перемешивание уже нагретого сухого зерна с только что поступившим сырым. В результате зерно сразу частично высушивается. Далее оно отправляется в первую шахту для

сушки. Процесс смешения сухого и влажного зерна введён не случайно. Дело в том, что он позволяет экономить топливо. Такие сушилки предназначены для продовольственного зерна. Их производительность достаточно велика и может достигать 70 тонн/час.

Агент сушки заданной температуры получают двумя способами: непосредственно в топке при сжигании топлива и смешивании продуктов сгорания с необходимым количеством атмосферного воздуха; в рекуператоре нагревом атмосферного воздуха при пропуске его через нагретые поверхности. Недостаток современных горелок зерносушилок заключается в низкой температуре факела и, соответственно, в низкой производительности. Предложенная в изобретении [1] горелка имеет температуру сгорания 1700 °С и может обеспечить нагрев большого количества агента сушки. Также ненамного снижается производительность при использовании теплообменника, что дает потребителям качественное зерно без запаха продуктов сгорания. Далее представлен сравнительный расчет производительности горелки при работе с теплообменником и без теплообменника.

Для сушки зерна необходим теплоноситель с температурой 100 °С. Такой теплоноситель возможно получить сжигая органическое топливо (например, дизельное топливо) с последующим активным разбавлением продуктов сгорания холодным воздухом.

Для определения пропорций воздуха по отношению к продуктам горения дизельного топлива воспользуемся уравнением энергетического баланса:

$$c_{\text{в}} \cdot t_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{в}} + c_{\text{пг}} \cdot t_{\text{пг}} \cdot \rho_{\text{пг}} \cdot V_{\text{пг}} = c_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot (V_{\text{в}} + V_{\text{пг}}),$$

где  $c_{\text{в}}$ ,  $c_{\text{пг}}$ ,  $c_{\text{см}}$  – теплоёмкости воздуха, продуктов горения и получившейся смеси соответственно,  $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ ;

$t_{\text{в}}$ ,  $t_{\text{пг}}$ ,  $t_{\text{см}}$  – температуры теплоносителей, воздуха, продуктов горения и получившейся смеси соответственно, °С;

$\rho_{\text{в}}$ ,  $\rho_{\text{пг}}$ ,  $\rho_{\text{см}}$  – плотности теплоносителей, воздуха, продуктов горения и получившейся смеси соответственно,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Для определения пропорции воздуха по отношению к продуктам горения необходимо задаться пропорцией  $V_{\text{в}}:V_{\text{пг}}$  с последующим уточнением. Задаёмся значением 4:1.

$$\frac{V_{\text{в}}}{V_{\text{пг}}} = \frac{c_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} \cdot \rho_{\text{см}} - c_{\text{пг}} \cdot t_{\text{пг}} \cdot \rho_{\text{пг}}}{c_{\text{в}} \cdot t_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}} - c_{\text{см}} \cdot t_{\text{см}} \cdot \rho_{\text{см}}}$$

$$\frac{V_{\text{в}}}{V_{\text{пг}}} = \frac{1,11 \cdot 100 \cdot 0,95 - 1,43 \cdot 1700 \cdot 0,18}{1,005 \cdot 20 \cdot 1,21 - 1,11 \cdot 100 \cdot 0,95} = 4,07:1.$$

Соответственно на 1  $\text{м}^3$  продуктов горения с  $t_{\text{пг}} = 1700$  °С необходимо 4,07  $\text{м}^3$  воздуха с  $t_{\text{в}} = 20$  °С. В пересчёте на массовый расход для 1 кг продуктов горения необходимо 27,28 кг воздуха.

Расчёт варианта с теплообменным аппаратом.

Для сушки зерна используется горячий воздух, нагреваемый за счёт продуктов сгорания дизельного топлива через стальной теплообменник.

Количество теплоты с 1  $\text{м}^3$  дымового газа:

$$Q = c_{\text{пг}} \cdot \rho_{\text{пг}} \cdot V_{\text{пг}} \cdot (t_{\text{пг}}^1 - t_{\text{пг}}^2) = 1,31 \cdot 0,28 \cdot 1 \cdot (1700 - 300) = 510,1 \text{ кВт}$$

где  $c_{\text{пг}} \cdot \rho_{\text{пг}}$  – параметры для среднего значения по температуре (1700 ÷ 300).

Объемный расход воздуха на 1 м<sup>3</sup> дымового газа выводится из уравнения:

$$Q \cdot \eta = c_B \cdot \rho_B \cdot V_B \cdot (t_B^2 - t_B^1) \Rightarrow V_B = \frac{Q \cdot \eta}{c_B \cdot \rho_B \cdot (t_B^2 - t_B^1)} = \frac{510,1 \cdot 0,92}{1,005 \cdot 1,06 \cdot (100 - 20)} = 5,99 \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $\eta$  – КПД теплообменника.

Соответственно 1 м<sup>3</sup> продуктов горения с  $t_{\text{пр}} = 1700$  °С, остывая до 300 °С, способны нагреть 5,51 м<sup>3</sup> воздуха с  $t_{\text{пр}} = 20$  °С до значения 100 °С. В пересчете на массовый расход 1 кг продуктов горения способны нагреть 20,94 кг воздуха.

Площадь поверхности теплообмена определяется из формулы:

$$Q = k \cdot \Delta t \cdot F \Rightarrow F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t} = \frac{510,1 \cdot 10^3}{11,99 \cdot 757,33} = 56,16 \text{ м}^2/\text{с},$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$\Delta t$  – средне-логарифмический температурный перепад, °С.

Вывод. При смешивании газовых потоков на 1 кг газа расходуется 27,28 кг воздуха. При использовании теплообменника 1 кг газа нагревает 20,94 кг воздуха. Следовательно первый вариант эффективнее с энергетической точки зрения. Это объяснимо тем фактом, что теплообмен смешиванием протекает более эффективно, чем теплопередача в рекуперативном теплообменнике.

#### Список использованных источников

1. Patent of Europe EP2864700B1. Vaubek Askar, Vaubek Nariman. Device for burning fuel. 2014.
2. Резчиков В.А. Теория и практика энергосбережения при сушке зерна 1991.
3. Баум А.Е., Резчиков В.А. Сушка зерна // М.: Колос, 1983. — 223 с.
4. Андерсон Дж. А., Уоллок А.У. Хранение зерна и зерновых продуктов // М.: Колос, 1978. — 472 с.
5. Малин Н.И. Технология хранения зерна // М.: Колос, 2005. — 280 с.
6. Пилипюк В. Технология хранения зерна и семян // Учебное пособие, 2008. — 310 с.
7. Вобликов Е.М., Буханцов В.А. и др. Послеуборочная обработка и хранение зерна // Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. — 229 с.
8. Пунков С.П., Стародубцева А.И. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение // М.: Агропромиздат, 1990. — 367 с.
9. Гержой А.П., Самочетов В.Ф. Зерносушение и зерносушилки // Учебное пособие. — Изд. 4 дораб. и доп. — М.: Колос, 1967. — 255 с.
10. Винокуров К.В. Элеваторы, склады, зерносушилки // Учебное пособие. — Саратов, СГТУ, 2008. — 88 с.

УДК 624.15

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЗОНЫ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА ПРИ ВЗРЫВЕ СФЕРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА

**Воробьев Кирилл Александрович**

*k.vorobyev98@mail.ru*

Студент Российского университета дружбы народов, Москва, Россия

Научный руководитель – А.Е. Воробьев

Энергетическую теорию взрывного процесса в грунтовом массиве можно рассматривать в следующем виде: при взрыве заряда, помещенного на достаточной глубине, на стенки зарядной камеры оказывает действие чрезвычайно высокое давление, вызывающее ударную волну, влияние которой проявляется в весьма небольшой промежуток времени [1].