

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ МИКРОВОЛНОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНА АСТ

*Приведено экономическое обоснование целесообразности использования микроволновой зерносушилки АСТ-3. Предложены меры по предотвращению возможного воздействия СВЧ-волн, представляющих опасность для человека.*

**Ключевые слова:** экономическое обоснование, микроволновая зерносушилка АСТ, техника безопасности, токи СВЧ.

T.V. Ignatenko, N.F. Dyomina

## THE ASSESSMENT OF MICROWAVE INSTALLATION EFFICIENCY AND WORK SAFETY FOR GRAIN DRYING BY ACT

*The economic substantiation of the microwave grain dryer ACT-3 use reasonability is given. The measures to prevent the possible influence of microwave frequency that is dangerous to humans are suggested.*

**Key words:** economic substantiation, microwave grain dryer ACT, safety technology, microwave frequency.

Вступление России в ВТО привело к ужесточению требований к качеству и безопасности сырья, используемого для производства продовольственных товаров и выпускаемых пищевых продуктов.

В последние годы Россия вошла в тройку лидеров по экспорту зерна и продуктов его переработки. Это налагает большую ответственность на экспортеров зерновой продукции по обеспечению их высокого качества и безопасности. Даже одна поставка за рубеж некачественной и опасной продукции может обернуться для России потерей репутации надежного партнера.

Для получения высококачественного зерна требуется многое, начиная с выбора семян, грамотной агротехники выращивания и послеуборочной обработки, где важную роль играет процесс высушивания. Правильно подобранная зерносушилка позволяет производителю не только сэкономить значительные средства, но и повысить качество зерна. Из зерносушилок предыдущего поколения популярны конвективные сушилки, в которых используется горячий или теплый воздух. Существует несколько видов конвективных зерносушилок: шахтные, барабанные, камерные и рециркулярные [3]. Однако все большую востребованность приобретают зерносушилки, работающие на основе токов СВЧ [4].

**Целью** данной работы являлась характеристика микроволновой зерносушилки АСТ-3 по сравнению с широкоиспользуемой шахтной конвективной сушилкой Vesta и экономическое обоснование целесообразности использования АСТ-3. Так как СВЧ-волны могут представлять опасность для человека, то сделан анализ их возможного воздействия на обслуживающий персонал и предложены меры по его предотвращению.

Основной задачей высушивания зерна является сохранение его продовольственных, фуражных и семенных качеств. Требования к безопасности зерновых и зернобобовых культур, предназначенных для производства (изготовления) мукомольно-крупяной продукции, должны соответствовать требованиям технического регламента «Требования к безопасности зерна». Требования предъявляются по различным показателям, среди которых: отсутствие вредителей и возбудителей болезней растений, активность альфа-амилазы (число падений) и влажность. Содержание воды в зерне основных злаковых культур нормируется базисными кондициями и колеблется в пределах 14–17% в зависимости от районов производства. Например, влажность мягкой пшеницы (ДСТУ 3768:2009) должна составлять не более 14 %.

При повышенной влажности создаются благоприятные условия для самосогревания, развития микроорганизмов и образования микотоксинов. При хранении зерновой массы в сухом состоянии прекращается развитие клещей и в значительной степени сокращается жизнедеятельность некоторых насекомых.

Если содержание воды в зерне превышает установленную норму, то при покупке имеют место скидки с массы (процент за процент) и взимается плата за сушку по 0,4% закупочной цены за каждый процент удаляемой влаги. При влажности зерна ниже базисных кондиций начисляется соответствующая надбавка к массе.

В современном бизнесе выживает тот производитель, который умеет идти в ногу со временем, применять различные инновации. Большинство товаропроизводителей проигрывают, применяя энергоемкое зерносушильное оборудование, что сказывается на себестоимости продукции и, как следствие, на конкурен-

тоспособности предприятия. Решением данной проблемы является переоснащение хозяйств новыми зерносушильными установками АСТ-3, работающими на основе токов СВЧ.

Устройство предназначено для удаления влаги из сыпучих материалов посредством микроволновой сушки и применяется для получения заданной влажности семян зерновых и масленичных культур, в том числе семенного фонда, а также производит дезинфекцию, обеззараживание продукта сушки от вредных бактерий, грибков, в том числе плесени.

Главное отличие СВЧ-сушки от традиционных способов заключается в объемности нагрева. Тепло проникает в продукт не с поверхности, а образуется сразу во всем объеме. Происходит равномерное распределение влаги от центра к поверхности зерна в высушиваемом продукте. Микроволновая сушка обладает тем преимуществом, что у нее отсутствует передача тепла от нагревателя. При использовании других способов сушки, например с помощью Vesta 5, сначала с помощью какого-либо нагревателя требуется нагреть воздух, затем передать тепло от нагретого воздуха продукту. На каждом из этапов: нагрев воздуха, его транспортировка, передача тепла – происходят неизбежные потери тепла, что соответствует КПД установки 50–60 %. При СВЧ-сушке источником тепла является сам продукт, поэтому указанные выше потери отсутствуют при сохранении качества высушиваемого продукта, что повышает КПД установки до 90 %.

Для разогрева продукта сушки используется энергия СВЧ-поля. Конструктивно данное устройство представляет собой прямоточную зерносушильную установку вертикального типа, модульной конструкции. Каждый отдельно взятый модуль представляет собой функционально законченное зерносушильное устройство, обеспечивающее производительность до 5 куб.м в час. Увеличение производительности установки достигается увеличением количества модулей [4]. Существует два основных способа размещения и монтажа зерносушилки: на зерноочистительном комплексе и на току.

В таблице приведена сравнительная характеристика экономических показателей зерносушилок Vesta 5 и АСТ-3, наиболее широко используемых в настоящее время в сельском хозяйстве.

#### Сравнительная характеристика зерносушильных установок

Экономический показатель	Vesta 5	АСТ-3
Капиталовложения, млн руб.	2,1	1,2
Вид используемой энергии	Дизельное	Электричество
Съем влаги за один проход, %	2–5	3,5–6,2
Производительность часовая, т	5	5
Сменная производительность, т	40	40
Дневная производительность, т	80	80
Сезонная производительность, т	2400	2400
Обслуживающий персонал, кол-во человек	4	4
Затраты труда, чел/ч	960	960
Трудоемкость, чел/ч	0,4	0,4
Производственные затраты, всего, руб.	1294208	946237
В том числе: заработная плата	586237	586237
амортизация	252000	144000
ремонт	387000	216000
электроэнергия	17971	74880
топливо	60000	-
Себестоимость 1 т, руб.	539,25	394,27
Годовая экономия, руб.	-	347957
Окупаемость капиталовложений, лет	-	3,4 (2,7)

Представленные результаты свидетельствуют о том, что использование зерносушилки АСТ-5 в сравнении с Vesta 5 экономически более выгодно, что подтверждает эффект использования зерносушилки АСТ [2].

В установке АСТ применяют сверхвысокочастотные (то есть самые высокие в своем диапазоне) радиоволны, частота применения которых составляет 245 ГГц. Дж. Максвелл в 1865 г. теоретически показал, что электромагнитные колебания не остаются локализованными в пространстве, а распространяются во все стороны от источника.

Во всех биологических веществах присутствуют молекулы воды. Под действием волн СВЧ в тканях живого организма приходят в движение диполи её молекул. Поле задает молекулам строгую ориентацию вдоль собственных силовых линий, при смене направления на противоположное молекулы послушно разворачиваются за ним с большой скоростью. При частоте 245 ГГц происходит 2450 миллионов колебаний за одну секунду. За один период волны дважды меняют свое направление с плюса на минус и обратно. Получается, что каждая дипольная молекула за ничтожно короткий промежуток времени разворачивается миллионы раз! Эта и становится причиной возникновения внутреннего трения между молекулами воды в тканях, итогом которого является нагрев [1].

Человеческое тело, как известно, состоит в среднем на 80 % из воды, и если его поместить под воздействие излучения, то оно тоже может прогреться, то есть произойдет термическое поражение тканей организма. Под действием токов СВЧ у человека наблюдались ожоги, развитие катаракты хрусталика глаз, слепота, выраженные расстройства ЦНС, нарушения слуха, вестибулярные расстройства, образование язвы желудка и кишечника, нарушение гормонального баланса, преждевременное старение организма, возможны онкогенные процессы и отдаленные последствия среди потомства, отягощение имеющихся хронических заболеваний, функциональные расстройства в сердечно-сосудистой, кроветворной и других системах организма, ослабление иммунных процессов и т.п. [1].

Производители зерносушилок утверждают, что в исправной сушилке уровень излучения не может представлять угрозы для здоровья человека, поскольку оно сосредоточено внутри закрытого объема камеры и конструкция не позволяет микроволнам выйти за её пределы. Однако, когда ведется работа с любым объектом, который может потенциально представлять угрозу для жизни и здоровья человека, необходимо предпринимать меры безопасности. В данном случае могут происходить различные экстремальные ситуации, в том числе неисправности, для обнаружения которых требуются специальные датчики.

1. Главная мера предосторожности: на время работы сушилки оператор должен удалить себя из ее «зоны видимости»; включив её, выйти из помещения и при необходимости наблюдение вести используя видеокамеру.

2. Чтобы обезопасить себя при работе с СВЧ-сушилкой, не стоит забывать о регулярном техническом осмотре. Во время работы может повредиться та или иная деталь, которая может пропускать волны.

3. В помещении с зерносушилкой необходимо поместить дозиметр.

Это позволит узнавать о неисправностях, а также избежать отрицательных воздействий на здоровье человека.

4. Пульт управления зерносушилкой желательно переместить с корпуса в помещение, которое также нужно защитить специальным отражающим материалом. Такое помещение позволит безопасно наблюдать и управлять установкой.

5. Необходимо ограничить доступ к установке во избежание попадания в данное помещение посторонних лиц, которые могут попасть под воздействие СВЧ-волн.

Соблюдение перечисленных мер предосторожности позволит оператору выполнять работу на зерносушилке АСТ-3 эффективно, а самому агрегату прослужить максимальный срок.

### Литература

1. *Куклев Ю.И.* Физическая экология: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2003. – 357 с.
2. *Кулаков Р.А.* Экономическая целесообразность применения зерносушильных установок АСТ-3 сельскохозяйственными предприятиями Красноярского края // Молодёжь и наука: сб. мат-лов VI Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. – Красноярск: Изд-во СФИ, 2011. – URL: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2010/section13.html>.
3. *Юдаев Н.* Элеваторы, склады, зерносушилки. – СПб.: ГИОРД, 2008.
4. СВЧ-зерносушилка – СВЧ-сушка зерна. ООО АСТ – производство зерносушилок, г.Таганрог. – URL: <http://www.act-agro.ru/>.

