

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

---

# ПМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



# ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

№ 1 (2019)

---

Павлодар

**МАЗМҰНЫ****НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

**Энергетическая серия**

выходит 4 раза в год

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**О постановке на учет, переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания

№ 17022-Ж

выдано

Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

**Тематическая направленность**публикация материалов в области электроэнергетики, электротехнологии,  
автоматизации, автоматизированных и информационных систем,  
электромеханики и теплоэнергетики**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.

*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Нефтисов А. В., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Шапкенов Б. К., *к.тех.н., профессор***Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Алиферов А. И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
 Боровиков Ю. С., *д.т.н., профессор (Россия)*  
 Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*  
 Горюнов В. Н., *д.т.н., профессор (Россия)*  
 Говорун В. Ф., *д.т.н., профессор*  
 Борошенко В. А., *д.т.н., профессор*  
 Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*  
 Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*  
 Марковский В. П., *к.т.н., доцент*  
 Хацевский В. Ф., *д.т.н., профессор*  
 Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна

<b>Азаматова Д. А., Никифоров А. С., Төлебаева Ж. А., Малгаждар С. Е.</b> Байланысты-беттік су жылытқыштарды пайдалана отырып, су жылыту қазандықтары жұмысының тиімділігін арттыру .....	15
<b>Азаматова Д. А., Никифоров А. С., Төлебаева Ж. А., Нұрғалиев Н. Е.</b> Қайнау қабатындағы күйдіру технологиясың жетілдіру .....	23
<b>Ақанова А. С., Оспанова Н. Н., Абильдинова Г. М., Есимова Д. Д.</b> «Өткізу бюросы» автоматтандырылған жүйенің логикалық ұйымдастырылуы .....	29
<b>Ахмедов К. М., Олейник А. И., Ткенов Ш. А.</b> Жылжымалық құрылғылардың қосымшаны қосылу сағаттарының жылу тиімділігін зерттеу .....	35
<b>Ахметов Б. С., Лахно В. А., Абуова А. К.</b> Темір жол көлігіндегі төтенше жағдайларды талдауға арналған зияткерлік технологиялар .....	43
<b>Ахметов Б. С., Лахно В. А., Еркелдесова Г. Т.</b> Уақыттық шектеулер жағдайында жоғары жылдамдықты көлік қозғалысын автоматтандыру және диспетчерлеу .....	52
<b>Ахметов Б. С., Лахно В. А., Оралбекова А. О.</b> Жоғары жылдамдықты темір жол көлігі жүйелерінің жай-күйін бұзбайтын бақылау, диагностикалау және детектеу құралдары мен әдістері .....	61
<b>Бейсенбі М. А., Мусабеева Ш. С., Сатпаева А. К., Кисикова Н. М., Садвакасова А. У.</b> «Гиперболикалық омбилика» сыныбында құрылған көп өлшемді және бейсызықты жүйелерді зерттеу .....	72
<b>Беркетов С. С., Азаматова Д. А., Төлебаева Ж. А., Айтмагамбетова Г. А., Антикеев Д. Г.</b> Каталитикалық қондырғылар негізінде әр түрлі қатты отындарды жағуға арналған қазандықтардың қолдану ерекшеліктері .....	85
<b>Беркетов С. С., Гафуров Р. Ш.</b> Зерттеу нұсқаларын орнату қазандық «В-ТК-100-150 өтеу үшін кететін қуатын қайта жаңарту кезеңіне .....	91
<b>Горячев Я. В., Никифоров А. С.</b> Шығарылған газдардың жылуды қалпына келтіру қағидасы бойынша жану құрылғыларын өзірлеу .....	99
<b>Гуляков В. С., Вусихис А. С., Толымбекова Л. Б., Жунусов А. К.</b> Су-мазутты эмульсия негізіндегі композициялық отынды қолдану тиімділігі .....	105
<b>Достияров А. М., Умирзаков Р. А., Абдирова М. Т., Мерғалимова А. К.</b> Жылу генераторы жұмысының астықты кептіру режиміне және жану өнімдерінің ұйтылығына әсері .....	113

Ya. V. Goryachev<sup>1</sup>, A. S. Nikiforod<sup>2</sup>**Development of burning devices on the principle of heat recovery of exhaust gases**<sup>1,2</sup>Faculty of Energy Engineering,  
S. Toraihyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 06.02.19.

*Мақала энергияны үнемдеу және өнеркәсіптегі энергия тиімділігін арттыру құралдарының бірін көрсетеді. Жылу алмастырғыштардың негізгі түрлері қарастырылады. Жаңа құрылғыларды, технологияларды қолдану өнеркәсіптік жабдықтардың сенімділігін, ұзақ мерзімділігі мен тиімділігін арттырады.*

*The article reveals one of the tools for energy saving and energy efficiency in industry. The main types of heat exchangers are considered. The use of new devices, technologies will increase the reliability, durability and efficiency of industrial equipment.*

ГРНТИ 44.31.35

**В. С. Гуляков<sup>1</sup>, А. С. Вусихис<sup>2</sup>,  
Л. Б. Толымбекова<sup>3</sup>, А. К. Жунусов<sup>4</sup>**<sup>1</sup>к.т.н., с.н.с., Институт металлургии, Уральское отделение Российской академии наук, г. Екатеринбург, 620016, Российская Федерация;<sup>2</sup>к.т.н., с.н.с., Институт металлургии, Уральское отделение Российской академии наук, г. Екатеринбург, 620016, Российская Федерация;<sup>3</sup>доктор PhD, асоц. профессор (доцент), кафедра «Металлургия», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;<sup>4</sup>к.т.н., асоц. профессор (доцент), кафедра «Металлургия», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстанe-mail: <sup>1</sup>gvs49@mail.ru; <sup>2</sup>vas58@mail.ru; <sup>3</sup>lyazat-t@mail.ru;<sup>4</sup>zhunusov\_ab@mail.ru**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
КОМПОЗИЦИОННОГО ТОПЛИВА  
НА ОСНОВЕ ВОДО-МАЗУТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ**

*В настоящее время актуальны задачи энергосбережения и экологической безопасности при работе энергетических топливных установок. Для решения этих задач интерес представляют водотопливные эмульсии.*

*Металлургия в настоящее время является одной из самых энергоемких и экологически-проблемных отраслей. Одной из основных причин недостаточного внимания металлургов к композиционному топливу – высокие требования к качеству топлива. Более подробное изучение этих вопросов позволит расширить сферу использования композиционного углеводородного топлива в металлургии, что снизит экологическую и энергетическую напряженность.*

*В статье рассмотрены вопросы энергосбережения за счет использования композиционного топлива, полученного в различных агрегатах путем эмульгирования смеси мазута и воды. Проанализировано влияние способа его изготовления на механизм горения. Проведено сравнение эффективности применения.*

*Ключевые слова: топливо, водо-топливная эмульсия, экология, кавитационная обработка.*

## ВВЕДЕНИЕ

В силу различных причин содержание воды в топочном мазуте в виде отдельных слоев в массе топлива может повышаться до 15–20 %, что существенно превышает предельно допустимые значения (1,5 %). Использование такого топлива резко снижает стабильность работы энергетических установок. Это может привести к срыву факела, взрыву скопившихся горючих газов при повторном зажигании и т.п. В настоящее время подготовка мазута к сжиганию сводится в основном к двум операциям: обезвоживанию и нагреву, что требует больших площадей, капитальных и эксплуатационных затрат. Альтернативой этому является использование в качестве топлива специально приготовленных водомазутных эмульсий (ВТЭ), представляющих собой топливную матрицу с равномерно распределенными в ней ультрадисперсными каплями воды [1, 2].

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Качественные характеристики ВТЭ в значительной степени зависят от конструкции того устройства, с помощью которого ее получают.

Подготовку водо-топливной эмульсии можно осуществлять, используя различные технологии: механическую, гидродинамическую, ультразвуковую, виброкавитационную [3–8].

При использовании механических устройств создается сильная турбулизация и перемешивание потока при помощи решеток. В этом случае для устойчивости работы необходимо использовать только предварительно очищенное топливо.

Принцип действия гидродинамических устройств напоминает работу мясорубки. В отличие от механических устройств в данном случае на подготовку водо-мазутной эмульсии затрачивается дополнительная электроэнергия.

Установки, использующие для создания водо-топливных эмульсий ультразвуковые колебания, требуют больших затрат энергии для получения достаточно тонких эмульсий и имеют небольшую производительность.

Виброкавитационная технология обеспечивает трехступенчатую обработку смеси – смешение, диспергирование и гомогенизацию.

Водно-мазутная смесь имеет заметно меньшую вязкость, чем чистый мазут, поэтому облегчается процесс перекачки топлива [1]. Это позволяет эффективно использовать для сжигания некондиционные высоковязкие мазуты. В качестве водной фазы можно использовать загрязненные промышленные стоки предприятий. Наличие в ВТЭ 10–15 % воды обеспечивает наибольший экономический эффект и одновременное снижение газовых выбросов, а наибольший экологический эффект в части

утилизации загрязненных органическими продуктами вод реализуется при уровне водной фазы до 50 %.

Высокую эффективность применения ВТЭ объясняют следующим. Процесс горения капли тяжелого жидкого топлива включает прогрев и испарение капли, воспламенение и горение паров, пиролиз и выгорание углеродного остатка. При попадании в зону горения капли ВТЭ во время ее интенсивного нагрева происходит практически мгновенное испарение содержащихся в капле высокодисперсных частиц водной фазы. Водяной пар разрывает каплю, происходит вторичное, более тонкое дробление топлива. В результате увеличивается поверхность контакта топлива с воздухом, улучшается качество топливо-воздушной смеси. В этом случае ускорение и полнота протекания процесса горения ВТЭ в полной мере позволяют компенсировать затраты теплоты на испарение влаги [9, 10].

Описанный выше механизм горения характерен для эмульсий, изготовленных с использованием механической и гидродинамической технологий.

Изготовление эмульсий с помощью кавитационного гидроударного ультразвукового воздействия более эффективно. Оно сопровождается протеканием сложных физико-химических процессов, в результате которых молекулярные цепочки органического топлива рвутся, образуя большое количество активных сторон молекул. Кроме того, с помощью кавитации происходит разрыв самих молекул с образованием свободных валентно ненасыщенных радикалов углеводородов, имеющих большую способность к возгоранию, чем замкнутые молекулы. При этом полимерные цепочки молекул воды также подвергаются разрушению. Вода переходит в мелкодисперсное состояние с образованием свободных радикалов Н и ОН, которые участвуют в процессе горения значительно активнее, образуя со свободными радикалами органического топлива нестабильные легко окисляемые соединения. При горении такого топлива факел более равномерно заполняет топочную камеру за счет турбулентных пульсаций, сопровождающих этот процесс. Это приводит к выравниванию температурного поля топки с увеличением в ней средней температуры; повышению светимости факела, благодаря увеличению поверхности излучения; существенному снижению недожога топлива, что позволяет снизить количество вдуваемого воздуха и уменьшить связанные с ним теплотопотери. Одновременно в факеле происходят каталитические реакции, ведущие к уменьшению вредных газовых выбросов: окислов азота в 2–5 раз, сернистого ангидрида в 2–3 раза, оксида углерода в 2–2,5 раза. Температура уходящих газов уменьшается по сравнению с обезвоженным мазутом на 30–35 °С.

Таким образом, кавитационное гидроударное ультразвуковое воздействие на водомазутную смесь позволяет формировать новое композиционное топливо с высокой степенью интенсификации его горения. Использование в качестве добавки к топливу замазученной технической воды, образующейся при разогреве мазута паром, а также различных углеводородных отходов в виде отработанных масел, смазывающих и охлаждающих жидкостей, красок, парафинов, гудронов, битумов и смол решает проблему их утилизации.

Доказательством более высокой эффективности применения ВТЭ, изготовленной методом кавитационного гидроударного ультразвукового воздействия по сравнению с ВТЭ, полученной механическим перемешиванием, является результат замены эмульгированного мазута, который используется в доменных печах АО «АрселорМиттал Темиртау» по штатной технологии, на композиционное топливо, изготовленное на установке, работающей по виброкавитационной технологии. Сравнительный анализ показателей работы печей обнаружил снижение расхода кокса минимум на 15 кг/т чугуна, при повышении производительности до 11822 т чугуна в сутки.

Металлургия в настоящее время является одной из самых энергоемких и экологически-проблемных отраслей.

Одной из основных причин о недостаточном внимании металлургов к композиционному топливу – высокие требования к качеству топлива: теплотворная способность, содержание серы, воды, золы, жидкоподвижность и т.д., которые изучены недостаточно.

С использованием новых достижений в производстве гидроударных кавитационных устройств на металлургическом комбинате АО «Миттал Стил Темиртау» внедрили в производство технологию отопления вращающейся печи для обжига известняка композиционным топливом на основе мазута и воды производительностью 10–15 т/час [11, 12]. В период испытаний отмечено: приготовленное топливо не расслаивается и может храниться более 10 лет, получено снижение расхода мазута на печах обжига известняка примерно на 30 %, сокращение сверхнормативных выбросов сажи и CO, выбросов SO<sub>2</sub> в среднем на 3,3 г/с и оксидов азота в среднем на 0,1 г/с. При подготовке композиционного топлива использовалось в среднем 15 % технической «замазученной» воды, что обеспечило сокращение объемов сброса мазута в канализацию в среднем до 100 т в месяц.

Аналогичных результатов достигли и при использовании кавитационного топлива для обогрева сушильного барабана ОАО «Асбестовский горно-обогатительный комбинат». Испытания показали, что после введения в топливо 20 % воды, при той же производительности агрегата коэффициент расхода воздуха вырос, а реальный расход топлива в пересчете на

обезвоженный мазут снизился в 2 раза, тепловой КПД агрегата увеличился с 28,75 % до 44,08 %, т.е. на 15,33 %. В тоже время происходит уменьшение потерь тепла с отходящими газами с 24,25 % до 21,38 %, химического недожога с 0,36 до 0,13 %, потерь тепла из рабочего пространства с 36,48 % до 24,94. Содержание в отходящих газах CO и оксидов азота снизилось в 2,5 раза, SO<sub>2</sub> в 10 раз [13–15].

## ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования показали высокую эффективность использования композиционного топлива, полученного в специальном кавитационном реакторе эмульгированием смеси мазута и воды в различных пропорциях по сравнению с ВТЭ, полученными другими методами, для сокращения энергетических затрат и улучшения экологической обстановки и целесообразности дальнейшего проведения изысканий использования композиционного топлива в металлургических агрегатах.

*Работа выполнена по Государственному заданию ИМЕТ УрО РАН в рамках Программы фундаментальных исследований государственных академий.*

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Волков, А. Н.** Сжигание газов и жидкого топлива в котлах малой мощности. – Л. : Недра, 1989. – 160 с.
- 2 **Гущин, С. Н.** Эффективный способ сжигания влагосодержащего мазута в плавильных печах / С. Н. Гущин, С. Г. Денисенко, Б. М. Шавельзон, О. В. Черепанов // Металлургическая теплотехника : сборник трудов – Днепропетровск : Пороги, 2005. – С. 176–185.
- 3 **Павлов, Б. П., Батуев, С. И., Щевелев, К. В.** Подготовка водомазутных эмульсий для сжигания в топочных устройствах. В кн.: Повышение эффективности использования газообразного и жидкого топлива в печах и отопительных котлах. – Л. : Недра, 1983. – 216 с.
- 4 **Промтов, М. А.** Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. Монография. – М. : Машиностроение – 1, 2001. – 260 с.
- 5 **Иванов, В. М.** Топливные эмульсии и суспензии / Иванов В. М., Канторович Б. В. – М. : Металлургиздат, 1963. – 183 с.
- 6 **Новиков, Б. М.** Виброкавитационные технологии приготовления высокстабильных топливных композиций / Б. М. Новиков, Ю. А. Пименов, В. В. Черников // Инновации, 1997. – № 1. – С. 34–36.

7 **Акудин, Р. Ю., Балахничев, Н. А.** Подготовка мазута к сжиганию в кавитационном реакторе // Энергетик, 1986. – № 9. – С. 8–9.

8 **Гуляков, В. С.** Применение топлива, изготовленного с использованием кавитационного гидроударного ультразвукового воздействия / В. С. Гуляков, О. Ю. Шешуков, Е. Б. Суханов, А. С. Вусихис А. С., И. В. Некрасов, Л. И. Леонтьев // XIV Симпозиум по горению и взрыву : тез. докл. – Черногловка. – 13–17 октября 2008 г. – С. 53.

9 **Фролов, С. М.** Горение капли эмульгированного топлива / С. М. Фролов, В. С. Полянский, В. Я. Басевич, А. А. Беляев // Тезисы докладов XXV Академических чтений по космонавтике 2001. – М. : Издательство «Война и мир».

10 **Фролов, С. М.** Горение чистого и эмульгированного топлива / Фролов, В. С. Полянский, В. Я. Басевич, А. А. Беляев // Совершенствование мощностных, экономических и экологических показателей ДВС. – Владимир : Изд-во Владимир. гос. ун-та, 2001. – С. 29–33.

11 **Бабенко, А. А., Гуляков, В. С., Зазуля, В. М.** / Энегетические и экологические аспекты использования композиционного топлива при обжиге известняка во вращающихся печах АО «Миттал Стил Темиртау» сборник научных трудов – 3 международной научно-практической конференции : Научно-технический прогресс в металлургии // Темиртау, 2005.

12 **Бабенко, А. А., Гуляков, В. С., Зазуля, В. М.** / Энегетические аспекты использования композиционного топлива при обжиге известняка во вращающихся печах АО «Миттал Стил Темиртау» сборник научных трудов – Новые технологии и материалы в металлургии // Екатеринбург : УрО РАН, 2005. – С. 49–53.

13 **Гуляков, В. С.** Улучшение экологической ситуации за счет совершенствования технологии утилизации жидких отходов / Гуляков В. С. Вусихис А. С., Брянцева О. С. // Экономические и экологические проблемы природопользования в горно-металлургическом комплексе : Материалы Международной научно-технической конференции «Государственное регулирование и стратегическое партнерство в горно-металлургическом комплексе», 23 апреля 2009г. – Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2009. – С. 51–54.

14 **Гуляков, В. С., Вусихис, А. С., Кудинов, Д. З., Ченцов, В. П.** Применение в металлургических агрегатах жидких топлив, приготовленных с использованием кавитационного гидроударного воздействия // Тезисы докладов XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – Екатеринбург, 2016. – Т. 3. – С. 148.

Материал поступил в редакцию 06.02.19.

*В. С. Гуляков<sup>1</sup>, А. С. Вусихис<sup>2</sup>, Л. Б. Толымбекова<sup>3</sup>, А. К. Жунусов<sup>4</sup>*

**Су-мазутты эмульсия негізіндегі композициялық отынды қолдану тиімділігі**

<sup>1,2</sup>Ресей ғылым академиясының Уралыск бөлімі,  
Металлургия институты,  
Екатеринбург қ., 620016, Ресей Федерациясы;

<sup>3,4</sup>С. Торайғырова атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.  
Материал 06.02.19 баспаға түсті.

*V. S. Gulyakov<sup>1</sup>, A. S. Vusihs<sup>2</sup>, L. B. Tolymbekova<sup>3</sup>, A. K. Zhunusov<sup>4</sup>*

**Efficiency of the use of composite fuel on the water and fuel oil emulsions basis**

<sup>1,2</sup>Metallurgy Institute, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Ekaterinburg, 620016, Russian Federation;  
<sup>3,4</sup>S. Toraighyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.  
Material received on 06.02.19.

*Қазіргі таңда отынды энергетикалық қондырғыларды пайдалануда экологиялық қауіпсіздік және энергия үнемдеу міндеттері өзекті болып табылады. Осы мәселелерді шешу үшін су-отынды эмульсияларға қызығушылық туындап отыр. Қазіргі уақытта металлургия энергияны қарқынды пайдалану және экологиялық тұрғыдан проблемалы өндірістердің бірі болып табылады. Металлургияның композициялық отынға назарының жетіспеушілігінің бір негізгі себебі – отынның сапасына жоғары талаптар қойылған. Бұл мәселелерді толық зерделеу металлургиядағы көмірсутекті композициялық көміртекті отынды пайдалану ауқымын кеңейтеді, ол қоршаған орта мен энергетикалық шиеленісті төмендетеді.*

*Мақалада мазут және суды қоспаларын эмульсиялаумен әртүрлі агрегаттарда алынған композициялық отынды қолдану арқылы энергия үнемдеу сұрақтары қарастырылған. Оны жасау әдісінің жану механизміне әсері сараланды. Қолдану тиімділігіне салыстырулар жүргізілді.*

*At present, the urgent tasks are energy saving and environmental safety during the operation of energy fuel installations. To solve these problems of interest are water-fuel emulsions.*

*Metallurgy is currently one of the most energy-intensive and environmentally-problematic industries. One of the main reasons for the lack of attention of metallurgists to composite fuel is the high demands on the quality of fuel. A more detailed research of these issues will expand the scope of the use of composite hydrocarbon fuel in metallurgy, which will reduce environmental and energy tensions.*

*The article discusses the issues of energy saving through the use of composite fuel produced in various units by emulsifying a mixture of fuel oil and water. The influence of the method of its manufacture on the combustion mechanism is analyzed. A comparison of the effectiveness of the application is made.*

ГРНТИ 66.047.7:66-912

**А. М. Достияров<sup>1</sup>, Р. А. Умирзаков<sup>2</sup>,  
М. Т. Абдирова<sup>3</sup>, А. К. Мергалимова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>д.т.н., профессор, кафедра «Теплоэнергетика», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

<sup>2</sup>ст. преподаватель, кафедра «Теплоэнергетика», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан;

<sup>3</sup>м.т.н., преподаватель, Алматинский государственный колледж энергетики и электронных технологий. г. Алматы, 050013, Республика Казахстан;

<sup>4</sup>м.т.н., ст. преподаватель, кафедра «Теплоэнергетика», Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан

email: <sup>1</sup>dost51@mail.ru; <sup>2</sup>ars\_uran@mail.ru; <sup>3</sup>muhabbatabdirova@mail.ru;

<sup>4</sup>almagul\_mergalimova@mail.ru

## **ВЛИЯНИЕ РАБОТЫ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА НА РЕЖИМ СУШКИ ЗЕРНА И НА ТОКСИЧНОСТЬ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ**

*В статье рассматривается влияние теплогенератора, режимов его работы с различными переменными и при различных условиях на режим сушки зерна и на токсичность продуктов сгорания. Своевременное и правильное выполнение процедуры сушки зерна является чрезвычайно важным аспектом. Предложено несколько вариантов получения оптимального результата. В результате проведенных исследований предложенный способ сушки зерна способствует улучшению его качества, сокращает время созревания зерна, а также корректирует зерновую массу с точки зрения влагосодержания и зрелости зерна. Следует также отметить, что данный метод, способствует улучшению характеристик зерна и его внешнего вида. Предлагаемый способ приостанавливает жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей. Практическая и теоретическая значимость работы заключается в возможности применения полученных данных на практике и в исследованиях по вопросам сушки зерна.*

*Ключевые слова: сушка зерна, теплогенератор, токсичность продуктов сгорания, режим сушки, влажность зерна, Формула, температурный режим.*

Теруге 06.02.2019 ж. жіберілді. Басуға 26.02.2019 ж. қол қойылды.  
Пішімі 70x100  $\frac{1}{16}$ . Кітап-журнал қағазы.  
Шартты баспа табағы 26,8. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы  
Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова  
Тапсырыс № 3374

Сдано в набор 06.02.2019 г. Подписано в печать 26.02.2019 г.  
Формат 70x100  $\frac{1}{16}$ . Бумага книжно-журнальная.  
Услпеч.л. 26,8. Тираж 300 экз. Цена договорная.  
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы  
Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Жумабекова  
Заказ № 3374

«КЕРЕКУ» баспасынан басылып шығарылған  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«КЕРЕКУ» баспасы  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
67-36-69  
e-mail: kereku@psu.kz  
www.vestnik.psu.kz