

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 1 (2022)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/WRIX7218>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*
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 Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/BAEV6115>

***Н. Ж. Толебай¹, Ж. Р. Азимбаев², А. К. Мергалимова³, Б. Онгар^{4,5}**

^{1,2,3}Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
Республика Казахстан, г. Нур-Султан;

⁴Академия логистики и транспорта,
Республика Казахстан, г. Алматы;

⁵Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы

ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ УГЛЕЙ СО СНИЖЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В данной статье рассматриваются вопросы негативного воздействия на окружающую среду традиционного метода сжигания угля. Для улучшения экологических показателей объектов, сжигающих уголь предлагается технология сжигания углей со сниженным воздействием на окружающую среду с совмещением слоевого и пылевидного сжигания, а также с участием сжигания газообразных веществ. Результаты показывают, что при реализации ряда технических и технологических решений, воздействие объекта, сжигающего уголь, на окружающую среду может снизиться заметно и сделает уголь экологически приемлемым топливом. На самом деле следует больше говорить о применяемой технологии сжигания угля, приводящей к таким показателям. В наиболее общем случае неудачной организацией процесса сжигания можно сделать любое топливо экологически менее дружелюбным к окружающей среде. В последующем развитие тепловой энергетики происходило на основе слоевого сжигания углей в топках котлов, при котором воздействие энергетических объектов на окружающую среду было относительно незначительным (выбросы летучей золы и окислов азота и серы). Более того при пробных экспериментах со сжиганием угля в слое с заданной толщиной слоя было установлено, что уровень образования окислов азота оказался близким к уровню, который традиционно наблюдается при сжигании природного газа.

Ключевые слова: уголь, окружающая среда, природный газ, топливо, экономика, экология, качество.

Введение

В последние годы за углем произошло устойчивое закрепление названия экологически недружелюбного топлива. На самом деле следует больше говорить о применяемой технологии сжигания угля, приводящей к таким показателям. В наиболее общем случае неудачной организацией процесса сжигания можно сделать любое топливо экологически менее дружелюбным к окружающей среде. Например, при сжигании мазута можно «получить» большое образование сажи, сжигание природного газа можно «довести» до неприемлемого уровня по выбросам оксида углерода.

В 50-е годы прошлого столетия, приход угля в сельскую местность был, по существу революционной технологией – население было избавлено от необходимости заготавливания дров на весь отопительный период и от практически постоянного закладывания дров в печи. Этот шаг – переход на сжигание угля в те годы, возможно был более желательным и востребованным, даже относительно перехода на газовое отопление в последние годы. Можно отметить, что в те годы для населения поставлялись Кузнецкий и Карагандинский уголь высокого качества. Появление угля «спасло» скудный лес в большинстве регионов Казахстана.

В последующем развитие тепловой энергетики происходило на основе слоевого сжигания углей в топках котлов. Необходимо отметить, что при слоевом сжигании угля (особенно, с размером частиц «орех», что требуется по инструкции) воздействие энергетических объектов на окружающую среду было относительно незначительным (выбросы летучей золы и окислов азота были многократно меньше относительно уровня, наблюдающегося при пылевидном сжигании, существенно проще схема связывания серы). Однако стремительный рост единичной мощности котельных агрегатов потребовал перехода на пылевидное сжигание углей.

Можно заметить, что пылевидное сжигание достаточно универсально по требованиям к качеству сжигаемого угля. т.к. глубокое измельчение обеспечивает приемлемую экономичность процесса сжигания практически любого угля.

Можно отметить, что переход на пылевидное сжигание по существу изменил систему подготовки топлива к сжиганию. В частности, на всех объектах были установлены мельницы с сушкой топлива в процессе измельчения, создана система регулирования размера выносимых частиц угольной пыли (в виде сепараторов и другие). С другой стороны глубокое измельчение заметно усложнило улавливание летучей золы после котла и в результате появились весьма дорогие многопольные электрические фильтры, эмульгаторы и т.д.

При этом также было обнаружено, что при пылевидном сжигании угля уровень образования окислов азота в несколько раз превосходит уровень, который наблюдается при сжигании природного газа или при сжигании того же угля в слое. Многочисленные методы снижения этого уровня пока не приводят к желательному результату.

Очевидно также, что при пылевидном сжигании практически вся сера, присутствующая в угле переходит, преимущественно, в двуокись серы. Широко применяемые устройства по связыванию окислов серы в дымовых газах весьма громоздки и достаточно дорогие.

Тем не менее энергия, полученная на объекте со сжиганием угля, оснащенный системой приготовления угольной пыли, с дорогими устройствами улавливания летучей золы, имеющая дорогую систему связывания окислов серы, вполне способна конкурировать с энергией на природном газе. Другим отрицательным свойством сжигания угля (в слое или пылевидное) можно считать неизбежное применение паровых турбин, при котором полнота преобразования энергии топлива в электрическую энергию (так называемая полнота цикла относительно маленькая (на уровне 40–45 процентов)

Материалы и методы

Современные экономисты убеждают, что основа рыночной экономики это приобретение продукта по соотношению цена – качество. Если следовать этому принципу, то в большинстве стран сжигание угля в энергетике практически не имеет альтернативы.

С другой стороны, в угле в достаточном количестве присутствует газообразная составляющая (так называемые горючие летучие, для обычных углей от 25 до 50 процентов от массы). Последние исследования показали, что теплота сгорания этого газообразного вещества превосходит теплоту сгорания бедного природного газа. Эти результаты открывают новые перспективы в области технологии использования угля в энергетике. В частности, извлекаемое газообразное топливо может сжигаться в газовой турбине с последующим использованием тепла отработанных газов в топке котла (своего рода аналог интегрированной газификации). В результате доля производства электрической энергии при сжигании угля может возрасти на 5-10 процентов (эта величина прироста обычно достигается на объектах со сжиганием природного газа в режиме с парогазовым циклом).

Оригинальные опыты профессора Темирбаева Д. Ж. показали, что при недостаточности кислорода в зоне выделения азотосодержащих газообразных веществ (это, как правило, зона воспламенения угольной пыли) основная часть будущих окислов азота переходит в инертную форму и происходит заметное снижение концентрации окислов азота в дымовых

газах, которая, при оптимистичной оценке, может приблизиться к уровню, наблюдающемуся при сжигании природного газа. Более того, в результате «предварительного» извлечения части летучих горючих веществ, (своего рода «четвертькоксование») оставшаяся часть угля становится, как бы менее генерирующим окислы азота. Это позволяет рассматривать узел термической обработки своего рода «подавителем» образования окислов азота и только этот фактор может сделать экономически приемлемым установку этого узла в тракте движения топлива. Более того, уголь прошедший термическую обработку будет заметно меньше генерировать окислы азота и при пылевидном сжигании.

Для улучшения экологических показателей объектов, сжигающих уголь можно рассмотреть возможность совмещения слоевого и пылевидного сжигания с участием сжигания газообразных веществ. В этом случае объект, сжигающий уголь может выглядеть следующим образом. На рисунке 1 представлена схема комбинированной технологии сжигания углей со сниженным воздействием на окружающую среду.

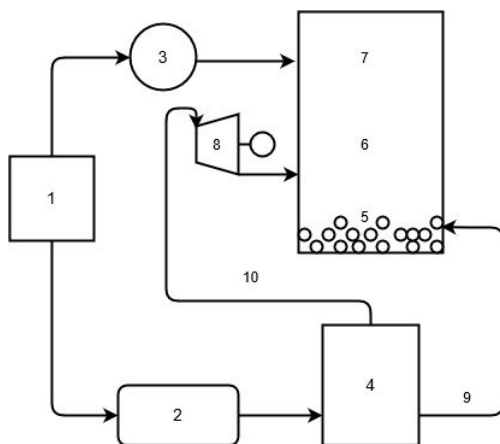


Рисунок 1 – Схема комбинированной технологии сжигания углей со сниженным воздействием на окружающую среду.

- 1 – Узел термической обработки угля, 2 – дробильное устройство,
3 – мельница, 4 – узел термической обработки угля, 5 – зона основное сжигания топлива в слое, 6 – зона сжигания газообразных продуктов,
7 – зона пылевидного сжигания угля для обеспечения перегрева,
8 – газовая турбина, 9 – подача твердых продуктов термообработки угля,
10 – подача газообразных продуктов термообработки угля

На узле приемки поступившего угля (1) производится классификация с выделением частиц угля с размером «орех». При этом, более мелкая часть угля направляется в мельницу(3), для последующего измельчения до уровня угольной пыли. Угольные частицы с размером «орех» подаются в слоевые топки(4), которые по существу будут представлять собой набор предтопок, размещаемых в нижней части топки (на уровне холодной воронки или нижней радиационной части), в которых сжигается основная часть поступившего угля. На уровень, близкий к средней радиационной части (6), в топку поступают отработанные газы газовой турбины (8) (они могут подаваться в слой), сжигающей горючие летучие, извлеченные из угля в специальном узле термической обработки угля. На уровне, соответствующем верхней радиационной части топки (7) происходит пылевидное сжигание части от общего объема угля (обеспечить требуемый перегрев пара).

Результаты и обсуждения

В результате выбросы летучей золы в атмосферу снизятся до уровня соответствующего уровню улавливания выше 99 % при пылевидном сжигании при используемом оборудовании со степенью улавливания 98 %. Можно ожидать, что концентрация окислов азота в дымовых газах снизятся до 500 мг/м³. При стехиометрическом добавлении в слой угля известняка и известкового «молочка» в воду, орошающую стенки скруббера, содержание окислов серы также снизятся до уровня 700–800 мг/м³.

В этой технологии вполне возможно некоторое возрастание потерь тепла с уходящими газами (в основном в связи с повышенным коэффициентом избытка воздуха в части сжигания газообразного вещества и с высоким избытком воздуха при слоевом сжигании) и с механическим недожогом (в связи с возрастанием содержания углерода в «провале»), которые будут своеобразной платой за снижение воздействия на окружающую среду.

Эти результаты показывают, что при реализации ряда технических и технологических решений, воздействие объекта, сжигающего уголь, на окружающую среду может снизиться заметно и сделает уголь экологически приемлемым топливом.

Очевидно, что глобальное загрязнение атмосферы происходит от выбросов с площади конкретной страны из конкретных источников. При назывании угля экологически недружелюбным топливом, из рассмотрения исключается плотность генерации с единицы площади страны, которая «подменяется» на выбросы из конкретного объекта. Если, для примера, сравнить плотность генерации электрической энергии из единицы площади Казахстана и Германии, то она для Казахстана меньше почти в 50 раз. Преобладание сжигания газа в Германии может уменьшить воздействие на глобальное загрязнение в 10 раз. Это означает, что даже при этом, участие

Казахстана в глобальном загрязнении будет меньше величины для Германии в 5 раз. Даже при таком упрощенном сравнении вполне можно сделать вывод о возможности применения для стран с малой плотностью генерации заметно «смягченные» нормативы по воздействию на окружающую среду.

Выводы

Для конкретизации этого вывода можно рассмотреть улавливание летучей золы. Совершенно очевидно, что по мере повышения степени улавливания золы количество золы, поступающей в атмосферу и воздействующей на окружающую среду, будет уменьшаться линейно с выходом на нулевой выброс при достижении 100 процентного улавливания. С такой же степенью очевидности можно утверждать, что затраты на повышение степени улавливания будут расти далеко не по линейному закону, и правильнее будет говорить об экспоненциальной зависимости, начиная с определенной степени улавливания (ориентировочно с величины 96 процентов).

Это означает, что один рыночный параметр - качество (уменьшение выбросов золы) улучшается по линейному закону (с достаточно малым наклоном), в то время как второй параметр – цена, возрастает по достаточно крутой экспоненте - ухудшается. Такое соотношение снижения воздействия на окружающую среду и роста затрат на снижение выбросов, после определенной степени улавливания, делает неизбежным появление экономически (рыночно) оправданной степени улавливания золы. Для многих стран эта степень может находиться на уровне 98 процентов. Количество летучей золы, поступающей в атмосферу от предложенной технологии будет соответствовать улавливанию (при пылевидном сжигании угля) на уровне выше 99 процентов. Примерно такие же величины могут быть установлены для окислов серы и азота, которые будут относительно дешево достигаться при использовании предложенной технологии сжигания углей

Если рассматривать использование возобновляемых источников энергии (наверно правильнее будет их называть неисчерпаемые), которое, как правило, противопоставляется сжиганию угля, по рыночному принципу цена – качество можно относительно быстро установить, что для Казахстана наиболее экономически приемлемым окажется использование малых и очень малых источников гидравлической энергии с строительством автономных миниГЭС (с установленной мощностью в несколько сотен кВт) и особенно микроГЭС (на уровне нескольких десятков кВт). Если, при этом ориентироваться на широкое применение гидравлического аккумулирования энергии потоков воды, по схеме предложенной в Казахстане, то привлекательность малых и особенно, микроГЭС, с сумарной мощностью, больше мощности всех действующих ГЭС Казахстана, становится бесспорной. Очевидно, что

применение автономных источников заметно уменьшит потери в сетях, особенно с малым напряжением при транспортировании малых объемов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Алияров, Б. К., Алиярова, М. Б.** Казахстан: энергетическая безопасность, энергетическая эффективность и устойчивость развития энергетики. – Алматы : Гылым, 2010. – 277 с.

2 **Алияров, Б. К., Алиярова, М. Б.** Сжигание Казахстанских углей на ТЭС и на крупных котельных. – Алматы : Гылым, 2012. – 304 с.

3 **Ермагамбет, Б. Т., Касенов, Б. К. и др.** Чистые угольные технологии : теория и практика. – Караганда : «TENGR Ltd», 2013. – 276 с.

4 **Алияров, Б. К., Мергалимова, А. К.** О преимуществах использования газа для растопки котлоагрегатов // Материалы I международной научно-практической конференции студентов и аспирантов / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2017. – С. 6–10.

5 Пат. 2450. Способ безмазутной растопки котлоагрегатов / Алияров Б. К., Мергалимова А. К.; опубл.30.10.2017, Бюл. № 20.

6 **Алияров, Б. К., Мергалимова, А. К.** На ТЭС и котельных мазут или сжатый газ? // Матер. IV Междунар. науч.-практ. конф., посвященная 20-летию Евразийского национального университета им Л. Н. Гумилева «Актуальные проблемы транспорта и энергетики : пути их инновационного решения». – Астана, 2016. – С. 43–46.

7 Обоснование перспектив применения инновационных технологий комплексной и глубокой переработки углей в Приморском крае АНО «Центр стратегических исследований топливно-энергетического комплекса дальнего востока». – 2013.

8 **Aliyarov, B., Mergalimova, A., Zhalmagambetova, U.** Application of coal thermal treatment technology for oil-free firing of boilers // Latvian journal of physics and technical sciences. – 2018. – Vol. 2. – P. 45–54.

9 **Алияров, Б. К., Алиярова, М. Б.** Сжигание Казахстанских углей на ТЭС и на крупных котельных. – Алматы : Гылым, 2012. – 304 с.

10 **Бухман, М. А.** Патент РК № 8444, кл. F23D-1/02, БИ № 1, 2003 «Способ сжигания топлива и устройство для его осуществления».

REFERENCES

1 **Aliyarov, B. K., Aliyarova, M. B.** Kazakhstan: energeticheskaya bezopasnost', energeticheskaya effektivnost' i ustojchivost' razvitiya energetiki.

[Energy security, energy efficiency and sustainability of energy development]. – Алматы : Gylym, 2010. – 277 p.

2 **Aliyarov, B. K., Aliyarova, M. B.** Szhiganie Kazahstanskih uglej na TES i na krupnyh kotel'nyh. [Burning of Kazakh coal at thermal power plants and large boiler houses]. – Алматы : Gylym, 2012. – 304 p.

3 **Ermagambet, B. T., Kasenov B. K. i dr.** Chistye ugol'nye tekhnologii: teoriya i praktika. [Clean coal technologies: theory and practice]. – Karaganda : «TENGGRI Ltd», 2013. – 276 p.

4 **Aliyarov, B. K., Mergalimova, A. K.** O preimushchestvah ispol'zovaniya gaza dlya rastopki kotloagregatov [About the advantages of using gas for kindling boilers] // Materialy I mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov i aspirantov / Alt. gos. tekhn. un-t im. I.I. Polzunova. – Barnaul : Izd-vo AltGTU, 2017. – P. 6–10.

5 Pat. 2450. Sposob bezmazutnoj rastopki kotloagregatov / Aliyarov B. K., Mergalimova A. K.; opubl.30.10.2017, Byul.№20. [The method of oil-free kindling of boilers]

6 **Aliyarov, B. K., Mergalimova, A. K.** Na TES i kotel'nyh mazut ili szhatyj gaz? [Fuel oil or compressed gas at thermal power plants and boiler houses?] // Mater. IV Mezhdunar. nauch. - prakt. konf., posvyashchennaya 20-letiyu Evrazijskogo nacional'nogo universiteta im L.N. Gumileva «Aktual'nye problemy transporta i energetiki: puti ih innovacionnogo resheniya». – Astana, 2016. – P. 43–46.

7 Obosnovanie perspektiv primeneniya innovacionnyh tekhnologij kompleksnoj i glubokoj pererabotki uglej v Primorskom krae ANO «Centr strategicheskikh issledovaniy toplivno-energeticheskogo kompleksa dal'nego vostoka». [Substantiation of the prospects for the use of innovative technologies for complex and deep processing of coal in the Primorsky Territory of the ANO]. – 2013.

8 **Aliyarov, B., Mergalimova, A., Zhalmagambetova, U.** Application of coal thermal treatment technology for oil-free firing of boilers [Application of coal heat treatment technology for oil-free combustion of boilers] // Latvian journal of physics and technical sciences. – 2018. – Vol 2. – P. 45–54.

9 **Aliyarov, B. K., Aliyarova, M. B.** Szhiganie Kazahstanskih uglej na TES i na krupnyh kotel'nyh. [Burning of Kazakh coal at thermal power plants and large boiler houses]. – Алматы : Gylym, 2012. – 304 p.

10 **Buhman, M. A.** Patent RK № 8444, kl. F23D-1/02, BI № 1, 2003 «Sposob szhiganiya topliva i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya». [Method of fuel combustion and device for its implementation]

Материал поступил в редакцию 28.02.22.

*Н. Ж. Төлбай¹, Ж. Р. Азимбаев², А. К. Мерғалимова³, Б. Оңғар^{4,5}

^{1,2,3}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.;

⁴Логистика және көлік академиясы,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

⁵Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

Материал 28.02.22 баспаға түсті.

КӨМІРДІ ЖАҒУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ АЗ МӨЛШЕРДЕ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІ

Бұл мақалада көмірді жағудың дәстүрлі әдісінің қоршаған ортаға теріс әсері қарастырылады. Көмірді жағатын объектілердің экологиялық көрсеткіштерін жақсарту үшін қабатты және шаңды жағуды үйлестіре отырып, сондай-ақ газ тәріздес заттарды жағудың қатысуымен қоршаған ортаға әсерін азайтатын көмірді жағу технологиясы ұсынылады. Нәтижелер бірқатар техникалық және технологиялық шешімдерді іске асыру кезінде көмірді жағатын объектінің қоршаған ортаға әсері айтарлықтай төмендеп, көмірді экологиялық қолайлы отын ете алатындығын көрсетеді. Шын мәнінде, осындай көрсеткіштерге алып келетін көмірді жағудың қолданылатын технологиясы туралы көбірек айту керек. Жалпы жағдайда, жану процесін сәтсіз ұйымдастыру кез-келген отынды қоршаған ортаға экологиялық жағынан зиян келтіреді. Кейіннен жылу энергетикасының дамуы қазандықтардың оттықтарында көмірді қабатты жағу негізінде жүргізілді, онда энергетикалық объектілердің қоршаған ортаға әсері салыстырмалы түрде аз болды (ұшатын күл, азот пен күкірт оксидтерінің шығарындылары). Сонымен қатар, белгілі бір қабат қалыңдығы бар қабатта көмір жағумен жүргізілген сынақ тәжірибелерінде азот оксидтерінің түзілу деңгейі табиғи газды жағу кезінде дәстүрлі түрде байқалатын деңгейге жақын екендігі анықталды.

Кілтті сөздер: көмір, қоршаған орта, табиғи газ, отын, экономика, экология, сапа.

*N. Zh. Tolebay¹, Zh. R. Azimbayev², A. K. Mergalimova³, B. Ongar^{4,5}

^{1,2,3} S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University,

Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan;

⁴Academy of Logistics and Transport,

Republic of Kazakhstan, Almaty;

⁵Al-Farabi Kazakh National University,

Republic of Kazakhstan, Almaty.

Material received on 28.02.22.

COAL COMBUSTION TECHNOLOGY WITH REDUCED ENVIRONMENTAL IMPACT

This article discusses the negative impact of the traditional method of burning coal on the environment. To improve the environmental performance of coal-burning facilities, a technology for burning coal with a reduced impact on the environment is proposed with a combination of layered and pulverized combustion, as well as with the combustion of gaseous substances. The results show that with the implementation of a number of technical and technological solutions, the impact of a coal-burning facility on the environment can decrease markedly and make coal an environmentally acceptable fuel. In fact, we should talk more about the coal burning technology used, which leads to such indicators. In the most general case, an unsuccessful organization of the combustion process can make any fuel less environmentally friendly to the environment. Subsequently, the development of thermal energy took place on the basis of layered coal burning in boiler furnaces, in which the impact of energy facilities on the environment was relatively insignificant (emissions of fly ash and oxides of nitrogen and sulfur). Moreover, during trial experiments with the combustion of coal in a layer with a given layer thickness, it was found that the level of formation of nitrogen oxides turned out to be close to the level that is traditionally observed during the combustion of natural gas.

Keywords: coal, environment, natural gas, fuel, economy, ecology, quality.

Теруге 28.02.2022 ж. жіберілді. Басуға 18.03.2022 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

3,77 Мб RAM

Шартты баспа табағы 13,12. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. С. Исакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3883

Сдано в набор 28.02.2022 г. Подписано в печать 18.03.2022 г.

Электронное издание

3,77 Мб RAM

Усл. печ. л. 13,12. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: З. С. Исакова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3883

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz