

Information about the author

Adilkhan Zaidulla* – Master student of the department "Information and Communication Technologies"; Astana IT University; The Republic of Kazakhstan; e-mail: adilhanzai@gmail.com. ORCID: 0000-0002-9257-5797.

Сведения об авторе

Әділхан Абзалұлы Зайдулла* – Магистрант кафедры «Информационно-коммуникационные технологии»; Astana IT University; Республика Казахстан; e-mail: adilhanzai@gmail.com. ORCID: 0000-0002-9257-5797.

Автор туралы мәлімет

Әділхан Абзалұлы Зайдулла* – «Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» кафедрасының магистранты; Астана ІТ университеті; Қазақстан Республикасы; электрондық пошта: adilhanzai@gmail.com. ORCID: 0000-0002-9257-5797.

Material received on 03.04.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-1(9)-3

МРНТИ: 44.31.29

М.В. Ермоленко[†], О.А. Степанова¹, Н.А. Демин^{1,2}, Т.Н. Умыржан¹, Ж.К. Алдажуманов¹

[†]Некоммерческое акционерное общество «Университет имени Шакарима города Семей»,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А,

²Государственное коммунальное предприятие «Теплокоммунэнерго»,
071417, Республика Казахстан, г. Семей, пр. Ауэзова, 111

*e-mail: tehfiz@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ПАРПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА НА КПД БРУТТО И РАСХОД УГЛЯ

Аннотация: Несмотря на то, что в настоящее время во всем мире все больше внимания уделяется развитию нетрадиционной и возобновляемой энергетики, для Республики Казахстан угольная промышленность продолжает оставаться одной из важнейших отраслей. В Казахстане представлены все основные отрасли угольной промышленности: добыча и переработка. В Республике сосредоточены 3,3 процента мировых запасов угля. В данной работе представлено исследование процессов сжигания каражыринского угля марки Д (низшая теплота сгорания находится в пределах от 18855 до 21788 кДж/кг), который является непроектным топливом. Исследования проводились на действующем котле Е-90-3,9/440 при различной паропроизводительности для составления режимной карты котла. Данный уголь используется не только в области, но и за ее пределами. В ходе проведенного исследования были установлены зависимости коэффициента полезного действия (КПД) брутто котельного агрегата от теплопроизводительности и паропроизводительности.

В результате проведенной математической обработки полученных экспериментальных данных (для трех тепловых нагрузок 50 т/час, 75 т/час, 90 т/час), были получены аналитические зависимости, которые описывают изменение КПД брутто и расхода угля в зависимости от теплопроизводительности и паропроизводительности котла, при этом коэффициент детерминации находится в допустимых пределах.

Ключевые слова: котел, КПД брутто, паропроизводительность, потери, тепловая электростанция, каменный уголь, теплопроизводительность, расход топлива.

Введение

В последние годы отмечается интенсивное развитие нетрадиционной энергетики. Тем не менее, большая часть производимой в мире электроэнергии, в том числе и в Казахстане,

приходится на долю энергии, которую получают на тепловых электростанциях (ТЭС). В свою очередь, возрастающая с каждым годом потребность в электричестве оказывает стимулирующее воздействие на развитие тепловой энергетики. Во всем мире идет работа в сторону усовершенствования ТЭС, повышения их надёжности, экологической безопасности и эффективности.

По мнению аналитиков, современные условия таковы, что перспективными окажутся в будущем тепловые станции, работающие на угле или газе, поэтому именно в данном направлении теплоэнергетики всего мира проводят исследования [1].

В нашей стране угольные электростанции остаются одним из основных способов генерации энергии, на уголь приходится более 2/3 в общем объеме расходов топлива на выработку электроэнергии и тепла [2].

В области Абай расположено месторождение угля, которое находится в 135 км к юго-западу от города Семей в Жана-Семейском районе. Промышленные запасы угля месторождения Каражыра составляют 1 миллиард 231 млн. тонн. Именно этот уголь в настоящее время используется в регионе. Уголь месторождения Каражыра относится к каменным углям марки Д (длиннопламенный) с содержанием летучих веществ – 47%. Низшая теплота сгорания используемого топлива находится в пределах от 18855 до 21788 кДж/кг [3].

Поэтому исследование процессов сжигания угля с целью повышения эффективности работы котла остается актуальным, при этом следует отметить, что имеется недостаточное количество работ по рассмотрению процессов горения с каражыринским углем.

Целью проведенного исследования было установление зависимости КПД брутто для котлоагрегата Е-90-3,9/440 от теплопроизводительности и паропроизводительности для составления режимной карты.

Объектом исследования являлся процесс горения каражыринского угля разреза (марка Д) в котле Е-90-3,9/440.

Методы исследования

Исследования проводились при трех тепловых нагрузках: 50 т/час, 75 т/час, 90 т/час.

Состав каражыринского угля приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав каменного каражыринского угля марки Д

Составляющие угля	Обозначение	Размерность	Значение
Углерод	C^r	%	47,30
Водород	H^r	%	3,68
Кислород	O^r	%	12,50
Азот	N^r	%	0,74
Сера	S^r	%	0,34
Зола	A^r	%	21,44
Влага	W^r	%	14,00

Испытания котла проводились по принятым методикам [4, 5]. Параметры котельного агрегата регистрировались стационарными приборами.

Коэффициент полезного действия $\eta_{\text{бп}}$, %, определяли методом обратного баланса:

$$\eta_{\text{к.а}}^{\text{бп}} = 100 - \sum q_{\text{ном}}, \quad (1)$$

где $\sum q_{\text{ном}}$ – сумма потерь котельного агрегата, состоящая из потерь с теплом уходящих газов q_2 ; потерь от химического недожога q_3 ; потерь от механического недожога q_4 ; потерь через ограждающие поверхности q_5 ; потерь с физическим теплом шлаков q_6 [5, 6].

Результаты исследований

На рисунках 1, 2 показаны результаты проведенных исследований.

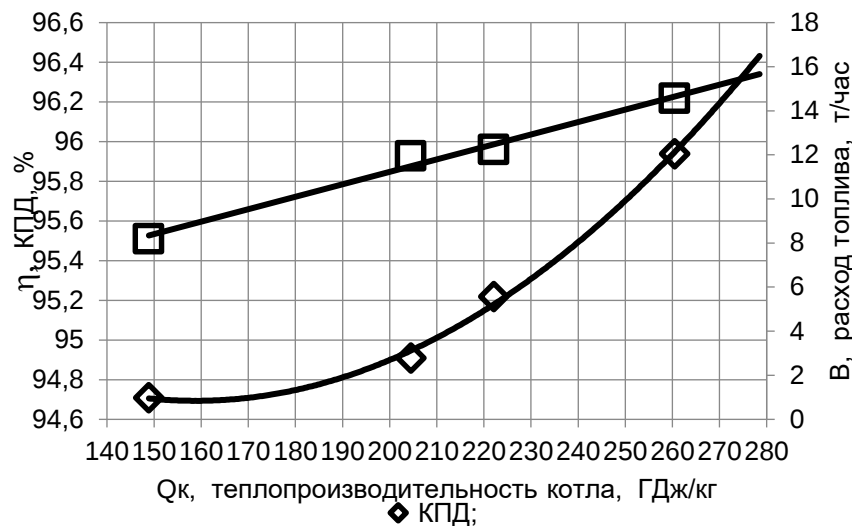


Рисунок 1 – КПД брутто и расход топлива (угля) в зависимости от теплопроизводительности

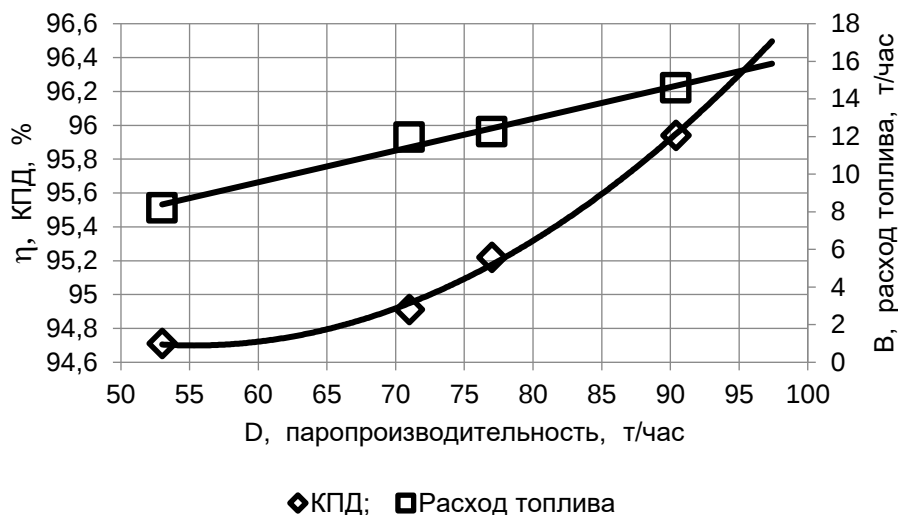


Рисунок 2 – КПД брутто и расход топлива (угля) в зависимости от паропроизводительности

Обсуждение научных результатов

Анализ полученных данных (рис. 1) показал, что с увеличением теплопроизводительности наблюдается рост расхода топлива и увеличение КПД котельного агрегата. При этом резкое увеличение КПД наблюдается от теплопроизводительности 205 ГДж/ч. В результате экстраполяции полученных данных была получена возможно максимальная теплопроизводительность котла 274 ГДж/ч при оптимальных соотношениях значений КПД и расхода топлива. Что касается изменения расхода топлива, то наблюдается равномерная линейная зависимость.

В результате математической обработки были получены уравнения зависимости КПД брутто $\eta_{бр.т.}$, %, и расхода топлива $B_{т.}$, т/час, от теплопроизводительности $Q_{к}$:

$$\eta_{бр.т.} = 0,0001Q_{к}^2 - 0,386Q + 97,758, \quad (2)$$

$$B_{т.} = 0,0565Q_{к} - 0,0689, \quad (3)$$

где $Q_{к}$ – теплопроизводительность, ГДж/кг.

Анализ полученных данных представленных на рисунке 2 показал, что с увеличением паропроизводительности так же наблюдается рост расхода топлива и увеличение КПД котельного агрегата. Причем резкое увеличение КПД наблюдается с паропроизводительности

71 т/час. В результате экстраполяции полученных данных была получена возможно максимальная паропроизводительность котла 96 т/час при оптимальных соотношениях значений КПД и расхода топлива. Для расхода топлива наблюдается равномерная линейная зависимость.

В результате математической обработки были получены уравнения зависимости КПД брутто $\eta_{бр.п.}$, %, и расхода топлива $B_{п.}$, т/час, от паропроизводительности D :

$$\eta_{бр.п.} = 0,001D^2 - 0,1121D + 97,798, \quad (4)$$

$$B_{п.} = 0,1686D - 0,5428, \quad (5)$$

где D – паропроизводительность, т/час.

Заклучение

Установлены зависимости КПД брутто и расхода топлива в зависимости от теплопроизводительности и паропроизводительности для котельного агрегата Е-90-3,9/440 при сжигании каражыринского угля марки Д. Полученные зависимости показывают, что данный котел имеет резерв по паропроизводительности для данного вида топлива. Эти результаты могут служить для построения режимных карт.

Список литературы

1. Тепловая энергетика // Промышленность URL: <https://promvesti.com/teplovaya-energetika/>
2. Роль ТЭК в экономике Республики Казахстан // URL: https://bstudy.net/600744/tehnika/rol_ekonomike_respubliki_kazahstan.
3. Месторождение «Каражыра» // Каражыра URL: <http://www.karazhyra.kz/index.php>.
4. Григорьев К.А., Рундыгин Ю.А., Тринченко А.А. Технология сжигания органических топлив. Энергетические топлива. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2006. – 92 с.
5. Трёмбовля В.И. Теплотехнические испытания котельных установок / В.И. Трёмбовля, Е.Д. Фингер, А.А. Авдеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 413 с.
6. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). Под ред. Н. В. Кузнецова и др. – М., «Энергия», 2011. – 296 с.

References

1. Teplovaya energetika // Promyshlennost URL: <https://promvesti.com/teplovaya-energetika/>
2. Rol TEK v ekonomike Respubliki Kazakhstan // URL: https://bstudy.net/600744/tehnika/rol_ekonomike_respubliki_kazahstan. (In Russian).
3. Mestorozhdeniye «Karazhyra» // Karazhyra URL: <http://www.karazhyra.kz/index.php>
4. Grigoryev K.A., Rundygina Yu.A., Trinchchenko A.A. Tekhnologiya szhiganiya organicheskikh topliv. Energeticheskiye topliva. – SPb.: Izd-vo Politekhn. Un-ta, 2006. – 92 s. (In Russian).
5. Trembovlya V.I. Teplotekhnicheskiye ispytaniya kotelnykh ustanovok / V. I. Trembovlya. E. D. Finger. A. A. Avdeyeva. – 2-e izd. pererab. i dop. – M.: Energoatomizdat, 1991. – 413 s. (In Russian).
6. Teplovoy raschet kotelnykh agregatov (Normativnyy metod). Pod red. N. V. Kuznetsova i dr. – M.: «Energiya», 2011. – 296 s. (In Russian).

М.В.Ермоленко[†], О.А. Степанова¹, Н.А. Демин^{1,2}, Т.Н. Умыржан¹, Ж.К. Алдажуманов¹

¹«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А,

²«Теплокоммунэнерго» мемлекеттік коммуналдық кәсіпорны,
071417, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Өуезов даңғылы, 111

*e-mail: tehfiz@mail.ru

ҚАЗАНДЫҚ АГРЕГАТЫНЫҢ ЖЫЛУ ӨНІМДІЛІГІ МЕН БУ ӨНІМДІЛІГІНІҢ БРУТТО ТИІМДІЛІГІНЕ ЖӘНЕ КӨМІР ШЫҒЫНЫНА ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Қазіргі уақытта бүкіл әлемде дәстүрлі емес және жаңартылатын энергетиканы дамытуға көбірек көңіл бөлініп жатқанына қарамастан, Қазақстан Республикасы үшін көмір

өнеркәсібі аса маңызды салалардың бірі болып қала береді. Қазақстанда көмір өнеркәсібінің барлық негізгі салалары ұсынылған: өндіру және қайта өңдеу. Республикада әлемдік көмір қорының 3,3 пайызы шоғырланған. Бұл жұмыста жобалық емес отын болып табылатын Д маркалы Қаражыра көмірін жағу процестерін зерттеу (жанудың ең төменгі жылуы 18855-тен 21788 кДж/кг-ға дейін) ұсынылған. Зерттеулер Е-90-3,9/440 қазандығында жүргізілді қазандықтың режимдік картасын жасау үшін әртүрлі бу өнімділігімен. Бұл көмір тек аймақта ғана емес, одан тыс жерлерде де қолданылады. Зерттеу барысында қазандық агрегатының бруттосының пайдалы әсер ету коэффициентінің (тиімділігінің) жылу өнімділігі мен бу өнімділігіне тәуелділігі анықталды.

Алынған эксперименттік деректерді математикалық өңдеу нәтижесінде (үш жылу жүктемесі үшін 50 т/сағ, 75 т/сағ, 90 т/сағ) қазандықтың жылу өнімділігі мен бу өнімділігіне байланысты жалпы тиімділік пен көмір шығынының өзгеруін сипаттайтын аналитикалық тәуелділіктер алынды, бұл ретте детерминация коэффициенті рұқсат етілген шектерде болады.

Түйін сөздер: қазандық, жалпы тиімділік, бу өнімділігі, шығындар, жылу электр станциясы, көмір, жылу өнімділігі, отын шығыны.

M.V. Yermolenko¹, O.A. Stepanova¹, N.A. Demin^{1,2}, T.N. Umyrzhan¹, Zh.K. Aldajumanov¹

¹Non-profit limited company «Semey University named after Shakarim»,
071412, RK, Semey, st. Glinka, 20A,

²State utility company «Teplokommunenergo»,
071417, RK, Semey, Auezov Ave., 111

*e-mail: tehfiz@mail.ru

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF HEAT AND STEAM OUTPUT OF A BOILER UNIT ON GROSS EFFICIENCY AND COAL CONSUMPTION

Despite the fact that more and more attention is being paid to the development of non-traditional and renewable energy all over the world, the coal industry continues to be one of the most important industries for the Republic of Kazakhstan. All the main branches of the coal industry are represented in Kazakhstan: mining and processing 3,3 percent of the world's coal reserves are concentrated in the Republic. This paper presents a study of the combustion processes of Karazhyrin coal grade D (lower calorific value is in the range from 18855 to 21788 kJ/kg), which is non-design fuel. The studies were carried out on the operating boiler E-90-3,9/440 at various steam outputs in order to compile a regime map of the boiler. This coal is used not only in the region, but also outside it. In the course of the study, the dependences of the coefficient of performance (COP) of the gross boiler unit on the heat output and steam output were established.

As a result of the mathematical processing of the obtained experimental data (for three heat loads of 50 t/h, 75 t/h, 90 t/h), analytical dependencies were obtained that describe the change in gross efficiency and coal consumption depending on the heat and steam output of the boiler, at the same time, the coefficient of determination is within acceptable limits.

Key words: boiler, gross efficiency, steam capacity, losses, thermal power plant, hard coal, heating capacity, fuel consumption.

Сведения об авторах

Михаил Вячеславович Ермоленко* – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1677-8023.

Ольга Александровна Степанова – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: aug11@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5221-1772.

Николай Александрович Демин – технический директор ГКП "Теплокоммунэнерго", Республика Казахстан; e-mail: mailto:nik.dyomin87@mail.ru.

Темірлан Нұрланұлы Умыржан – старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

Жан Касенович Алдажуманов – старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: jean1974@mail.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Михаил Вячеславович Ермоленко* – техника ғылымдарының кандидаты, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» Қазақстан Республикасы; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1677-8023.

Ольга Александровна Степанова – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» Қазақстан Республикасы; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының меңгерушісі; e-mail: aug11@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5221-1772.

Николай Александрович Демин – «Теплокоммунэнерго» МКК техникалық директоры, Қазақстан Республикасы; e-mail: mailto:nik.dyomin87@mail.ru.

Темірлан Нұрланұлы Умыржан – «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» Қазақстан Республикасы; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

Жан Касенович Алдажуманов – «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» Қазақстан Республикасы; «Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: jean1974@mail.ru.

Information about authors

Mikhail Yermolenko* – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department «Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1677-8023.

Olga Stepanova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department « Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: aug11@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5221-1772.

Nikolay Demin – Technical Director of the State Enterprise «Теплокоммуэнерго», Republic of Kazakhstan; e-mail: mailto:nik.dyomin87@mail.ru.

Temirlan Umyrzhan – senior lecturer of the department «Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: timirlan-95@mail.ru.

Jean Aldazhumanov – senior lecturer of the department « Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: jean1974@mail.ru.

Материал поступил в редакцию 10.03.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-1(9)-4

FTAXP: 50.49.37

Г.Е. Жидеқұлова*, А.Д. Абдувалова, С.Б. Бекболатов

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті

Тараз қаласы Сүлейменов көшесі, 7

*e-mail: gul2006@mail.ru

ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІЛЕРДЕН БОЛАТЫН ҚАУІПТЕРДІ БАҚЫЛАУ АРҚЫЛЫ ҚОРҒАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Андатпа: Қазіргі таңда әлем халқының екіден бірі Вконтакте, Whatsapp, Instagram, Skype, Periscope тағы да басқа әлеуметтік желілерде отырады. Ең жаманы, әлеуметтік желі адам өміріне де қауіп төндіру мүмкін. Көп жағдайларда есірткі және