Литература и источники

1. Волков С.Н. Использование земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации на перспективу: учебник. – М.: ГУЗ, 2018. – 600 с.
2. О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2020 году: доклад. – Краснодар, 2021. – 448 с.
3. Гогмачадзе Г.Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2019. – 172 с.
4. Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия [Электронный ресурс]: учебное пособие по землеустройству и кадастрам / А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, Л.С. Горбатко, А.И. Подколзин и др. – Ставрополь: АГРУС, 2018. – 352 с.
5. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. Межгосударственный стандарт. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 3 с.
6. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Тенеков А.А. Агрохимическое обследование почв и составление картограмм. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 44 с.
7. Кузнецов А.Ю., Чекаев Н.П. Рекультивация антропогенно нарушенных земель: учебное пособие. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 216 с.
8. Экономика предприятия: учебник для вузов / С.П. Кирильчук и др.; под общ. ред. С.П. Кирильчук. – М.: Юрайт, 2023. – 458 с.
9. Экономика организации: учебник и практикум для вузов / Л.А. Чалдаева и др.; под ред. Л.А. Чалдаевой, А.В. Шарковой. – М.: Юрайт, 2022. – 344 с.
10. Терзова Г.В. Экономика землеустройства: метод. указания. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 105 с.

Прокопенко Сергей Сергеевич
студент магистратуры Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Зерноград, Россия
prosev0913@gmail.com

Липкович Игорь Эдуардович
кандидат технических наук, доцент,
профессор кафедры «Физическая культура, спорт и техносферная безопасность»
Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Зерноград, Россия
LipkovichIgor@mail.ru

Панченко Сергей Викторович
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроэнергетика и теплоэнергетика»
Азово-Черноморского инженерного института –
филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Зерноград, Россия
panchenkosergey@mail.ru

Повышение энергоэффективности работы котельных установок в АПК за счет утилизации теплоты дымовых газов

Аннотация. В статье были определены основные направления повышения эффективности котельных установок в АПК. Была проведена оценка значимости различных потерь теплоты от их суммарного значения и сделан вывод о том, что потери теплоты с уходящими газами являются наибольшими среди тепловых потерь котла. Был проведён расчёт экономии топлива при использовании пластинчатого теплоутилизатора при различных температурах наружного воздуха.
Ключевые слова: теплоэнергетика, котельные установки, дымовые газы, утилизация теплоты, экономия ресурсов, топливо.

Prokopenko Sergey S.
Lipkovich Igor E.
Panchenko Sergey V.

Improving the energy efficiency of boiler plants in the agro-industrial complex due to the utilization of flue gas heat

Abstract. The article identified the main directions for improving the efficiency of boiler plants in the agro-industrial complex. An assessment was made of the significance of various heat losses from their total value and it was concluded that heat losses with exhaust gases in most cases occupy the main place among the heat losses of the boiler. A calculation of fuel economy was carried out when using a plate heat exchanger at various outdoor temperatures.
Key words: thermal power engineering, boiler plants, flue gases, heat recovery, resource saving, fuel.

Индустриализация и постоянное стремление человечества к дальнейшему улучшению жизненных условий приводят к всё большему росту потребления энергии. Из-за постоянного увеличения уровня производства энергии и, несмотря на разработку более эффективных и экологичных технологий по производству и распределению электрической и тепловой энергии, выбросы вредных веществ с дымовыми газами продолжают расти и угрожают нанести вред атмосфере и биосфере. Рост платы за энергию, ужесточение правил по охране окружающей среды, а как следствие и повсеместное повышение требований нормативов по ограничению уровня выбросов вынуждают искать способы улучшения качества оборудования, применяемого в агропромышленном комплексе [1].

Специфика работы котельных заключается сельскохозяйственных предприятий в том, что они вырабатывают теплоту не только на отопления зданий, но и на другие нужды в рамках сельскохозяйственной деятельности. Как правило, данный вид котельных работает в круглосуточном режиме, поддерживающимся за счёт системы отопления, функционирующей с помощью тепловой энергии от источника теплоснабжения, которыми являются котельные агрегаты [2].

Уравнение теплового баланса котельного агрегата имеет следующий вид [3]:

$$\eta_{КОТ} = \frac{Q_1}{Q_{ТОП}} \cdot 100 = q_1 = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6), \quad (1)$$

где q_1 – полезная теплота;
q_2 – потери теплоты с уходящими газами;
q_3 – потери теплоты от химической неполноты сгорания;
q_4 – потери теплоты от механической неполноты сгорания;
q_5 – потери теплоты от наружного охлаждения;
q_6 – потери теплоты с выводимой золой и шлаками;

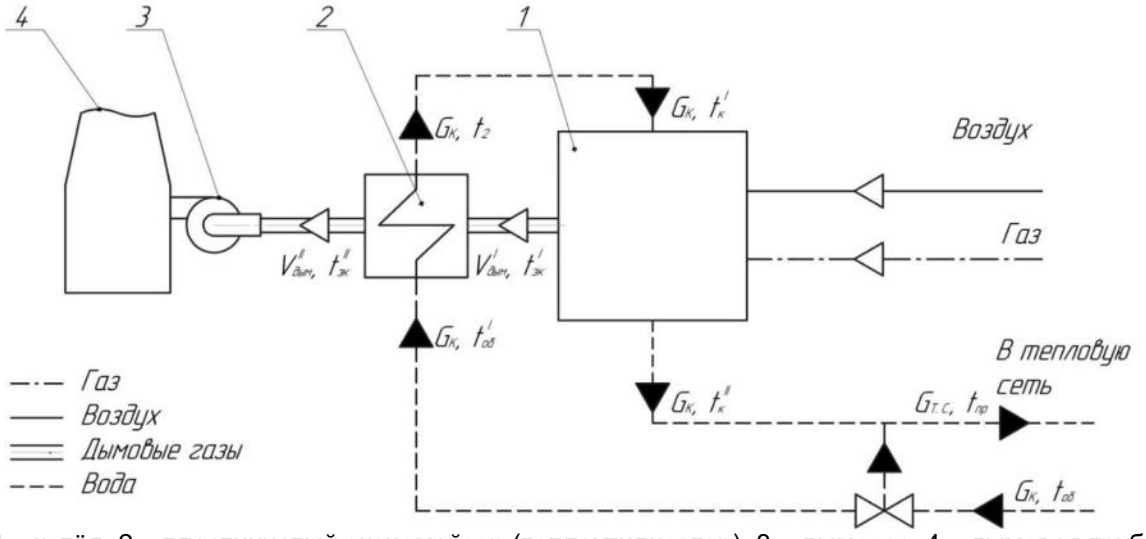
На сельскохозяйственных предприятиях, расположенных на юге страны, в качестве источника теплоты используется в основном газообразное топливо. В связи с этим, для рассматриваемых водогрейных котлов остаются актуальными потери теплоты с уходящими газами (q_2), потери теплоты от химической неполноты сгорания (q_3) и потери теплоты от наружного охлаждения (q_5), а величины q_4 и q_5 равняются нулю и формула (1) приобретает вид:

$$\eta_{КОТ} = 100 - (q_2 + q_3 + q_6), \quad (2)$$

Потери теплоты от химической неполноты сгорания q_3 составляют примерно 0,5…1%, потери теплоты от наружного охлаждения q_5 – 0,2…2,5%, а потери теплоты с уходящими газами q_2 являются наибольшими и лежат в пределах от 5 до 12% [4].

Таким образом, потери теплоты с уходящими газами в большинстве случаев занимают основное место среди тепловых потерь котла, и утилизацию теплоты уходящих газов с её последующим полезным использованием можно считать одним из основных способов повышения энергоэффективности работы котлов.

Температуру дымовых газов снижают за счет использования дополнительных «хвостовых» поверхностей, таких как пароперегреватели, воздухоподогреватели, экономайзеры. Поскольку в сельских котельных в основном используются водогрейные котельные небольшой мощности, то наиболее целесообразно будет для уменьшения потерь тепловой энергии с уходящими газами использовать для экономии сжигаемого топлива экономайзер. Он представляет собой теплообменник, в котором вода, используемая в качестве теплоносителя, перед подачей в котел подогревается уходящими дымовыми газами. В данном случае нами рекомендуется использовать пластинчатый экономайзер. Данный вид теплоутилизатора обладает относительно простой по структуре конструкцией, имеет более низкую стоимость по сравнению с аналогами и, что не менее важно, удобен для обслуживания во время эксплуатации [5]. Предлагаемая схема утилизации теплоты представлена на рисунке 1.



1 – котёл, 2 – пластинчатый экономайзер (теплоутилизатор), 3 – дымосос, 4 – дымовая труба

Рисунок 1 – Схема утилизации теплоты дымовых газов

Рассмотрим возможность утилизации дымовых газов на примере сельскохозяйственного предприятия, расположенного в республике Адыгея, в состав которого входят административный корпус, несколько теплиц и котельная, работающая на природном газе. Для отопления используются котлы завода ЗИОСАБ с номинальной мощностью 350 кВт.

В топке котла происходит сжигание газа, после чего образовавшиеся дымовые газы удаляются в атмосферу. Температура уходящих газов $t''_{ЭК}$ согласно паспортным данным принятого котла ЗИОСАБ–350 не опускается ниже 160 °С. Температура воды t_o обратно пропорциональна температуре окружающего воздуха и не должна превышать 70 °С. Следовательно, теплоту дымовых газов можно использовать для дополнительного нагрева воды в обратном трубопроводе тепловой сети. Нами предлагается установить тепловой утилизатор, в котором температура дымовых газов будет уменьшаться до $t'_{ЭК}$ = 80 °С за счет нагрева воды перед котлом.

Рассмотрим параметры данной системы в зависимости от различной температуры наружного воздуха. Отопительный сезон начинается, когда среднесуточная температура опускается ниже +8 °С, для республики Адыгеи температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 равняется –19 °С. Произведем расчет параметров предлагаемой системы утилизации теплоты дымовых газов на данном диапазоне температур.

Максимальная расчётная мощность на отопление $Ф_{от}$ для рассматриваемого сельскохозяйственного предприятия должна составлять 336,1 кВт при температуре наружного воздуха $t_в = –19\ ^oC$, и уменьшается при увеличении температуры наружного воздуха до 102,5 кВт. Температуры на входе $t'_К$, и выходе $t''_К$, из котла, также как температура дымовых газов на выходе из котла (на входе в экономайзер $t''_{ЭК}$) были приняты по режимной карте.

Мощность экономайзера $Ф_{эк}$, кВт, определяется из уравнения [6]:

$$Ф_{ЭК} = V_{дым} \cdot \rho_{дым} \cdot C_{дым} (t''_{эк} - t'_{эк}), \quad (3)$$

где $\rho_{дым}$ – плотность дымовых газов, кг/м^3;

$C_{дым}$ – массовая теплоёмкость дымовых газов, кДж/(кг·^{o}С);

$V_{дым}$ – средний расход уходящих газов, м^3/с;

$t''_{эк}$ – температура дымовых газов на входе в экономайзер, ^{o}С;

$t'_{эк}$ – температура дымовых газов на выходе из экономайзера, ^{o}С.

Максимальная мощность экономайзера при наружной температуре воздуха – 19 ^{o}С составила 25,1 кВт, и она уменьшается с увеличением температуры воздуха. Из уравнения теплового баланса определим температуру воды на выходе из экономайзера t_2, ^{o}С

$$t_2 = t'_к + \frac{Ф_{ЭК}}{C_в \cdot G_к}, \quad (4)$$

где $C_в$ – теплоемкость воды, Дж/(кг·^{o}К);

$G_к$ – расход воды через котел, кг/с.

Результаты расчетов приведены в таблице 1. Для определения эффективности утилизации теплоты дымовых газов при помощи экономайзеров на сельскохозяйственных предприятиях был проведен расчет коэффициентов полезного действия котла без экономайзера (он был принят по режимной карте в зависимости от нагрузки) и условного коэффициента полезного действия с учетом экономайзера. Из проведенных расчетов видно, что возможная экономия топлива может лежать в пределах от 3,1 до 4,9%.

Таблица 1 – Расчёта экономии топлива за счет утилизации теплоты дымовых газов

Температура наружного воздуха $t_в$, ^{o}С	+8	+5	0	-5	-10	-15	-19
Мощность на отопление $Ф_{от}$, кВт	102,5	127,9	172,0	215,1	258,3	300,5	336,1
Температура воды на входе в котел $t'_К$, ^{o}С	55	56,7	59,4	62,2	65	67,8	70
Температура воды на выходе из котла $t''_К$, ^{o}С	65,5	69,5	76	81	86	91	95
Температура дымовых газов на входе в экономайзер $t''_{ЭК}$, ^{o}С	171	173,1	176,6	180,1	183,7	187,2	190
Средний расход уходящих газов $V_{дым}$, м^3/с	0,04	0,06	0,08	0,09	0,11	0,13	0,15
Мощность экономайзера $Ф_{эк}$, кВт	5,8	7,6	10,7	14,0	17,7	21,6	25,1
Температура воды на выходе из экономайзера t_2, ^{o}С	55,6	57,5	60,4	63,4	66,4	69,5	71,9
КПД котла без учёта экономайзера η, %	91	91,1	91,3	91,5	91,7	91,9	92
Условный КПД котла с учётом экономайзера η', %	94,1	94,5	95	95,5	96	96,5	96,9
Экономия топлива, ΔВ, %	3,1	3,4	3,7	4	4,3	4,6	4,9

Таким образом, установка пластинчатых экономайзеров является эффективным способом повышения энергетической эффективности котельных установок сельскохозяйственных предприятий. Благодаря использованию таких экономайзеров можно увеличить условный КПД котла до 96,9 %.

Согласно проведённому расчёту в качестве экономайзера рекомендуется использовать пластинчатый теплообменник Ридан НН№04ТО-16/1 с площадью теплопередающей поверхности F = 16,842 м^2. Максимальная экономия топлива составит 1,676 м^3/ч при температуре наружного воздуха –19 °С. Температура воды в экономайзере при этом увеличится от 70 до 72 °С.

Литература и источники

1. Турушпанова В.А. Пути повышения энергоэффективности работы котельных установок за счет утилизации тепла дымовых газов // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: тр. всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / Под общ. ред. М.В. Темлянцева. Вып. 24. Ч. I. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2020. – С. 378-383.

2. Айтмагамбетова М.Б., Жакишев Б.А. Увеличение тепловой мощности котельной Макинской птицефабрики // Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: IX междунар. науч.-практ. конф. – Нур-Султан, 2021. – С. 262-264.

3. Барочкин Е.В., Виноградов В.Н., Барочкин А.Е. Котельные установки: учебное пособие / Под. ред. Е.В. Барочкина. – М.; Инфра-Инженерия, 2021. – 440 с.

4. Амосов Н.Т., Мильто О.А., Калмыков К.С. Повышение эффективности работы котельных агрегатов за счёт утилизации низкопотенциальной теплоты // НЕДЕЛЯ НАУКИ СПбПУ: мат. науч. конф.: в 2 ч. Ч. 1. – СПб.: СПбПУ Петра Великого, 2017. – С. 44-47.

5. Несиоловский О.Г., Адакин Р.Д., Козлов Н.А., Уткин Е.В. Методика разработки пластинчатого теплоутилизатора малой мощности // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. – № 2 (46). – С. 83-86.

6. Аронов И.З. Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа. – Л.: Недра, 1990. – 280 с.

Саньярова Найля Смадьяровна
кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор,
доцент кафедры русской филологии и мировой литературы
Казахского национального университета имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
Nailya.Sanjyarova@kaznu.edu.kz

Касымбекова Анель Буркутовна
магистр, преподаватель кафедры русской филологии и мировой литературы
Казахского национального университета имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
aneljakasjmbekova@gmail.com

«Рваный» синтаксис в романе В.В. Ерофеева «Мужчины: тираны и подкаблучники»

Аннотация. В статье рассмотрено такое явление синтаксической стилистики, как «рваный» синтаксис, в романе современного российского писателя В.В. Ерофеева «Мужчины: тираны и подкаблучники». Выявлены функции «рваного» синтаксиса в романе: создание разговорной стилистики, имитация мыслительного процесса, проходящего в момент речи, создание образа повествователя – типичного мужчины, излагающего свою точку зрения. Средствами создания «рваного» синтаксиса стали простые краткие, парцеллированные и присоединительные предложения.

Ключевые слова: экспрессивный синтаксис, «рваный» синтаксис, парцеллированные конструкции, присоединительные конструкции, Виктор Ерофеев.