

УДК 662.951

**АНАЛИЗ ГОРЕЛКИ С ОДНОСТУПЕНЧАТЫМ РЕГУЛИРУЕМЫМ
ПОТРЕБЛЕНИЕМ ТОПЛИВА
ANALYSIS OF A BURNER WITH SINGLE-STAGE ADJUSTABLE FUEL
CONSUMPTION**

Н.В. Рачковский, Д.В. Самандук

Научный преподаватель – В.С. Королева, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
pte@bntu.by

N. Rachkovsky, D. Samanduk

Supervisor – V.S. Koroleva, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: предметом исследования данной статьи является сравнение потребления топлива при изменении мощности горелки с одноступенчатым регулированием и сравнительная оценка их эффективности.

Abstract: the subject of this article is a comparison of fuel consumption when changing the power of a burner with single-stage control and a comparative assessment of their effectiveness.

Ключевые слова: потребление топлива, анализ, эффективность.

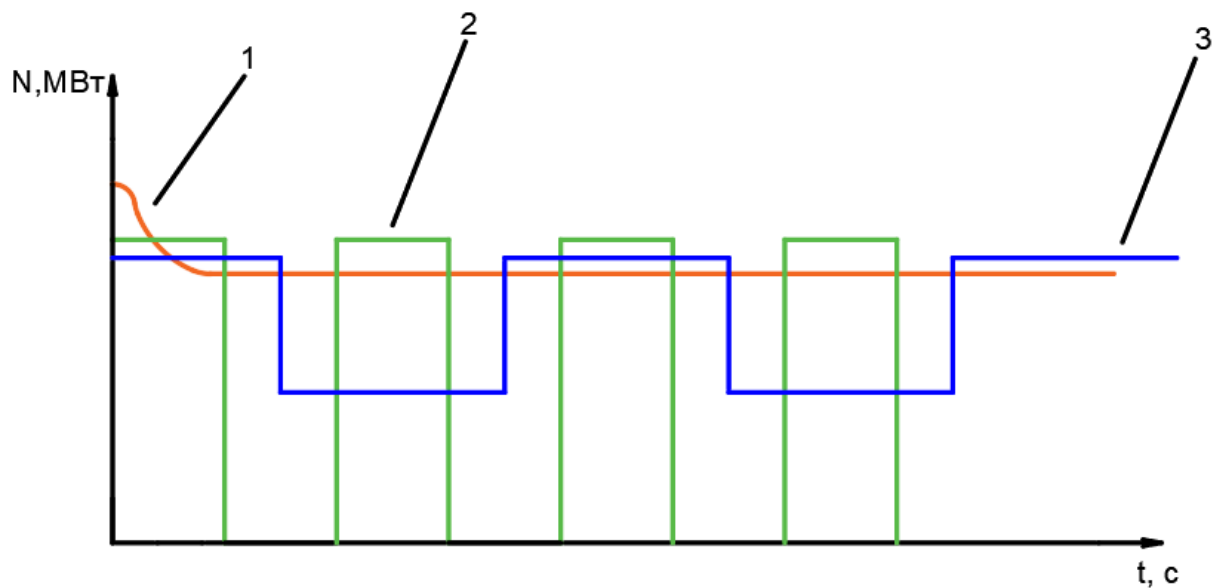
Keywords: fuel consumption, analysis, efficiency.

Введение

В современных системах отопления и промышленных процессах сжигание топлива играет ключевую роль в обеспечении эффективности и надежности работы оборудования. Горелки, как основные устройства, отвечающие за процесс сжигания, имеют разнообразные конструкции, принципы работы, способы регулирования мощности, что влияет как на их производительность, экономичность и удобство эксплуатации, так и на стабильность работы, износ и другие эксплуатационные характеристики огнетехнических теплогенераторов.

Эффективность работы систем отопления и энергопотребления во многом зависит от режимов эксплуатации горелочных устройств. Одним из ключевых аспектов оптимизации таких систем является анализ зависимости мощности горелки от времени, а также оценка экономичности различных циклов её включения и выключения. В данной работе рассматриваются графики потребления топлива, где каждый цикл работы горелки представлен в виде заштрихованного прямоугольника, площадь которого соответствует объёму израсходованного топлива. Уникальность исследования заключается в том, что при разных временных параметрах циклов и варьируемой мощности общий расход топлива за один цикл остаётся неизменным, что позволяет объективно сравнить энергетическую эффективность различных режимов работы.

Существует несколько способов подачи топлива для горелок: модулируемое регулирование, одноступенчатое и двухступенчатое регулирование. На рисунке представлены 3 способа:



1 – модулируемое регулирование, 2 – одноступенчатое регулирование,
3 – двухступенчатое регулирование

Рисунок 1 – График потребления топлива

Модулируемые горелки нагревают котёл непрерывно, по мере необходимости повышая или снижая мощность. Диапазон изменения режима горения – от 10 до 100% номинальной мощности.

Одноступенчатые горелки работают лишь в одном диапазоне мощности, работают в тяжелом для котла режиме. При работе одноступенчатых горелок происходит частые включения и отключения горелки, которыми регулирует автоматика котлоагрегата.

Двухступенчатые горелки, как и следует из названия, имеют две ступени мощности. Первая ступень, как правило, обеспечивает 40% мощности, а вторая – 100%. Переход с первой ступени на вторую происходит в зависимости от контролируемого параметра котла (температуры теплоносителя или давления пара), режимы включения/выключения зависят от автоматики котла.

Основная часть

Проанализируем горелку с одноступенчатым регулированием с разными периодами включения горелки с учетом одинакового потребления топлива $B = const$.

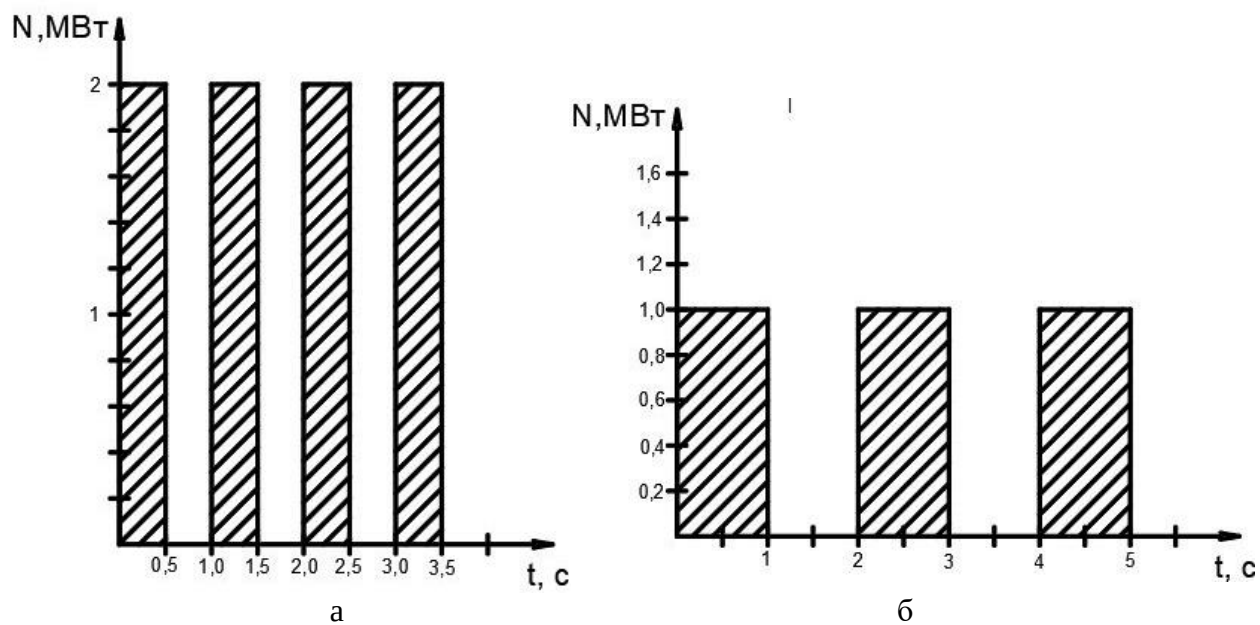


Рисунок 2 – Графики включения горелок мощностью 2 МВт (а) и 1 МВт (б)

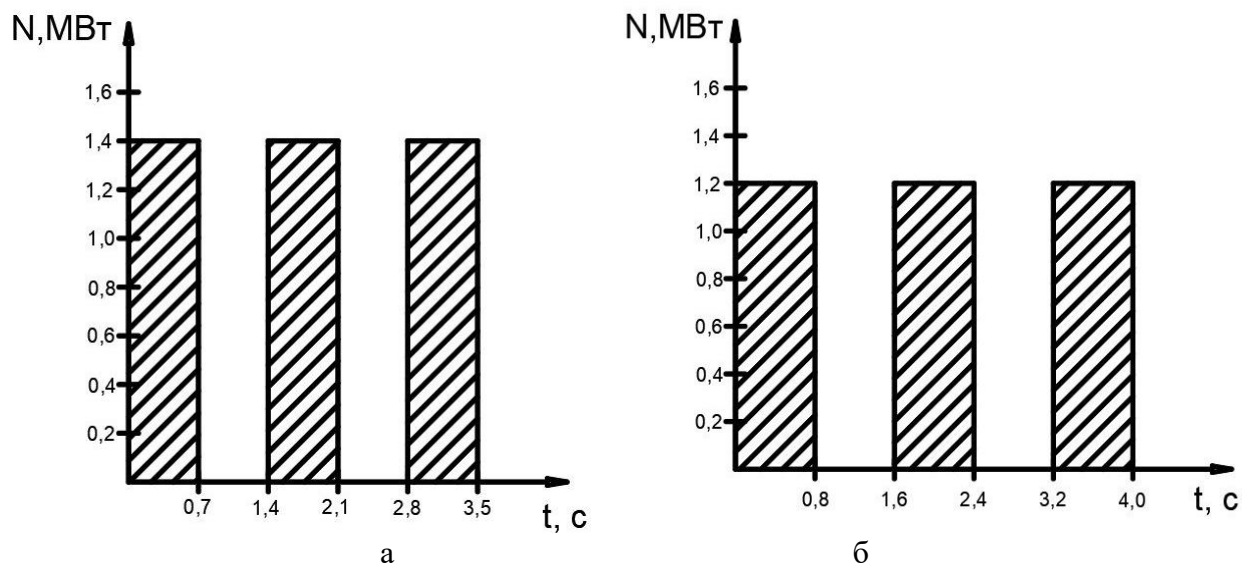


Рисунок 3 – Графики включения горелок мощностью 1,4 МВт (а) и 1,2 МВт (б)

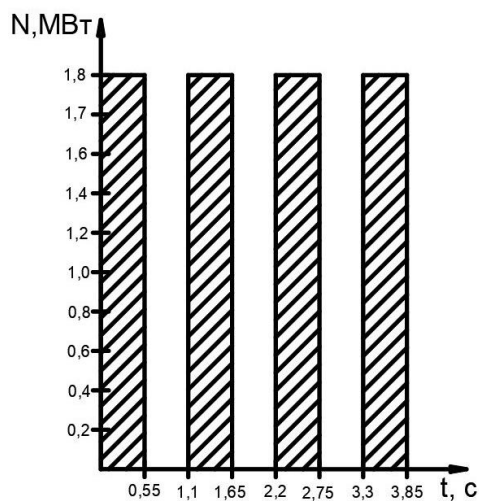


Рисунок 4 – График включения горелки мощностью 1,8 МВт

Анализ графиков зависимости мощности горелки (N , МВт) от времени (t , с) позволяет сделать следующие выводы о рациональности более частого или редкого включения горелки:

Поскольку заштрихованная площадь (потребление топлива за один цикл) одинакова на всех графиках, общее количество топлива, используемого за определенный период, будет зависеть только от количества циклов включения горелки.

Более частые включения (меньшие интервалы между циклами) приводят к более стабильной работе системы, но могут увеличить износ оборудования из-за частых запусков и остановок.

Более редкие включения (большие интервалы между циклами) означают, что горелка работает реже, но каждый цикл длится дольше. Это может снизить износ оборудования, но возможны большие колебания температуры или других параметров системы.

Частые включения могут быть менее энергоэффективными, если пусковые моменты требуют значительных затрат энергии. Редкие включения могут быть более эффективными, если система хорошо изолирована и способна поддерживать параметры без постоянной работы горелки.

Теперь, учитывая, что один цикл – это один заштрихованный прямоугольник (т.е. площадь прямоугольника = расход топлива за цикл, а форма графика – это «ступенька» из прямоугольников), пересчитаем параметры для 30 секунд работы горелки.

Таблица 1 – Включение горелок с одноступенчатым регулированием

График	Длительность цикла, t с	Мощность, МВт	Кол-во циклов
Рисунок 1	0,5	2	$30 / 0,5 = 60$
Рисунок 2	1	1	$30 / 1 = 30$
Рисунок 3	0,7	1,4	$30 / 0,7 = 42,9$
Рисунок 4	0,8	1,2	$30 / 0,8 = 37,5$
Рисунок 5	0,55	1,8	$30 / 0,55 = 54,5$

Самый экономичный вариант это более редкие, но продолжительные включения (рисунок 2 (а)). В сравнении с графиком на рисунке 1, где включение горелки происходит в 2 раза чаще, экономичность потребления топлива не разумно, при условии, что количество топлива за 1 цикл одинаково.

Закключение

В ходе исследования были использованы методы математического моделирования и сравнительного анализа. Полученные результаты демонстрируют, что редкие, но продолжительные циклы включения горелки позволяют значительно снизить энергопотребление и уменьшить нагрузку на

систему, в то время как частые запуски приводят к перерасходу топлива и ускоренному износу компонентов.

Настоящая работа представляет практическую ценность для инженеров-теплотехников и специалистов по энергоэффективности, так как предоставляет обоснованные рекомендации по настройке режимов работы горелок в различных условиях эксплуатации.

Для более рационального и чистого использования горелки рекомендуется редкое, но продолжительное включение. Это снизит частоту пусковых моментов, уменьшит износ оборудования и может повысить общую энергоэффективность системы. Однако окончательный выбор зависит от конкретных условий эксплуатации, таких как теплопотери, требования к стабильности параметров и характеристики оборудования

Литература

1. Сравнение ступенчатых и модулируемых горелок: [сайт] – URL: <https://staroruspribor.ru/articles/view/71.htm> (дата обращения: 23.04.2025).
2. Газовые горелки. Иссерлин А. С. 1996: [сайт] – URL: <https://books.totalarch.com/gas-burners> (дата обращения: 23.04.2025).
3. SAACKE: [сайт] – URL: Industrial gas burner | SAACKE- SAACKE Group (дата обращения: 23.04.2025).