

УДК 62.69

## ТИПЫ ЭКОНОМАЙЗЕРОВ TYPES OF ECONOMIZERS

Е.М. Стельмак, В.Р. Бежелев

Научный руководитель – Н.В. Левшин, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
levshin@bntu.by

E. Stelmak, V. Bezhelev

Supervisor – N. Levshin, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

**Аннотация:** одним из важнейших элементов котла является экономайзер. Экономайзер – это теплообменное устройство, основной функцией которого является подогрев питательной воды до температуры близкой к температуре насыщения и охлаждения продуктов сгорания. Параметры экономайзера, его характеристики, типы и принцип работы будут детально рассмотрены в данной статье.

**Abstract:** one of the most important elements of the boiler is the economizer. An economizer is a heat exchange device, the main function of which is to heat feed water to a temperature close to the saturation temperature and cool the combustion products. The parameters of the economizer, its characteristics, types and principle of operation will be discussed in detail in this article.

**Ключевые слова:** экономайзер, котел, питательная вода, трубки, температура.

**Keywords:** economizer, boiler, feed water, tubes, temperature.

### Введение

Рабочий цикл котла начинается с подачи питательным насосом в экономайзер питательной воды. Затем она поступает в барабан, где происходит сепарация, и часть воды превращается в сухой насыщенный пар, поступающий потребителю или в пароперегреватель и далее на турбину, а оставшаяся часть воды под действием естественной циркуляции (движение по контуру естественной циркуляции) направляется в экранные трубы, и проходя нижние коллекторы и ряды плотно расположенных подъемных труб, возвращается в барабан в виде пара. В котлах прямоточного типа вода после экономайзера поступает сразу в экранные трубы. Такой водяной путь называется пароводяным трактом котла.

### Основная часть

Для барабанных или прямоточных котлов экономайзеры одинаковы. Форма компоновки – П-образная. Трубки экономайзеров, как правило, изготавливаются диаметров 28–32мм, длиной два либо три метра и находятся между друг другом на расстоянии 60–65 см.

Из приведенных ниже рисунков 1 и 2 видно, что потери тепловосприятия в экономайзере с ростом давления увеличиваются, и диапазон изменения

потерь – 15–40%, а диапазон изменения температуры, при выше оговорённых условиях, составляет около 270°C.

Среднее тепловосприятие экономайзера – 10–20% от располагаемой теплоты котла:

$$Q_{\text{ЭК}}^{\text{CP}} = (10 - 20\%)Q_{\text{P}}^{\text{P}}, \quad (1)$$

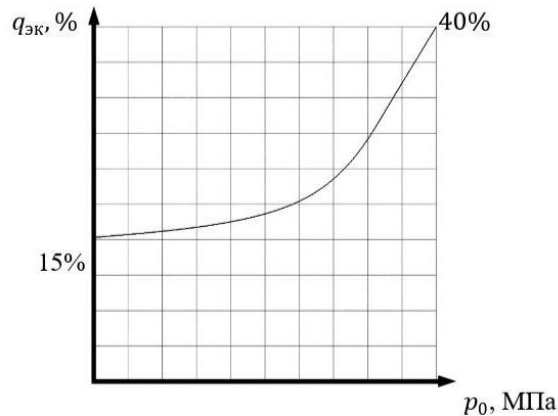


Рисунок 1 – Зависимость потерь тепловосприятия в экономайзере от давления  $q_{\text{ЭК}} = f(p_0)$

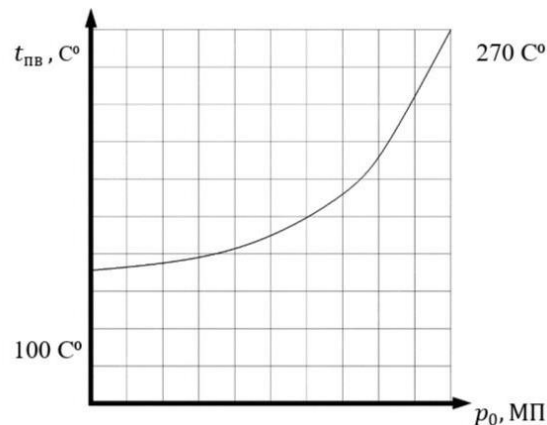


Рисунок 2 – Зависимость температуры питательной воды от давления  $t_{\text{пв}} = f(p_0)$

В основном, экономайзеры подразделяют на два типа: кипящий и не кипящий. *Кипящий* и *не кипящий* экономайзеры в конструктивном исполнении не имеют различий.

Кипящий экономайзер – это экономайзер, который подогревает питательную воду до температуры выше температуры насыщения. Около 20% воды в кипящем экономайзере превращается в пар.

Не кипящий экономайзер – это экономайзер, который подогревает питательную воду до температуры меньше температуры насыщения при данном давлении на 30–40°C. При применении такого типа экономайзера вода в пар вообще не обращается. Также экономайзеры классифицируются по материалу изготовления. Бывают *чугунные* и *стальные*.

Чугунные экономайзеры [3] конструктивно подходят и чаще всего устанавливаются в котлах малой мощности. Чугунные экономайзеры никогда не выполняются кипящими, недогрев до температуры насыщения составляет не менее  $20^{\circ}\text{C}$ , во избежание кавитации питательного насоса, чтобы предотвратить парообразование и внутренние гидравлические удары. К достоинствам экономайзера данного типа можно отнести его устойчивость к газовой и кислородной коррозии, а также долгий срок службы. Зато они имеют ряд недостатков: громоздкость и боязнь напряжения изгиба. Трубы экономайзера соединяются друг с другом на торцевой стороне с помощью дуги. Расположение труб в чугунном экономайзере – шахматное.

Конструкцию чугунного экономайзера рассмотрим на примере экономайзера ЭБ-330 [1]:

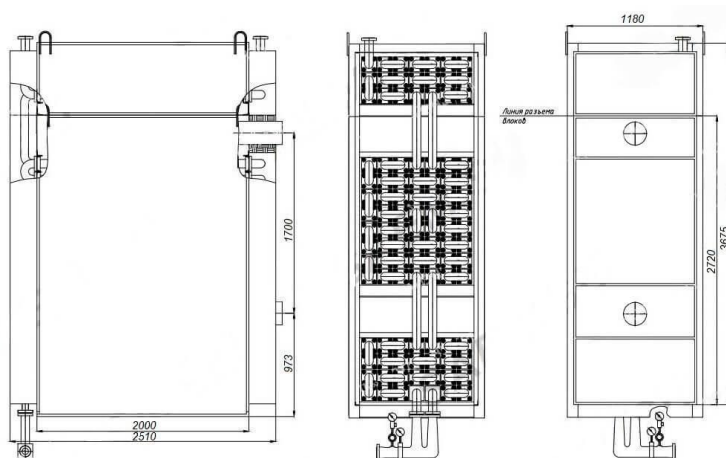


Рисунок 3 – Чугунный экономайзер ЭБ-300 [1]

Стальные экономайзеры, в отличие от чугунных, устанавливаются в котлах большой мощности. Выполняются из стали Ст. 3 или Ст.20. Стальные экономайзеры бывают: гладкотрубными, ребристыми, плавниковыми и мембранными. У стальных гладкотрубных экономайзеров поверхность нагрева представлена гладкими согнутыми трубками в виде змеевиков. У стальных экономайзеров нагреваемые трубки имеют ребра, способствующие интенсификации процесса теплопередачи. Данные трубки имеются также у чугунных экономайзеров.

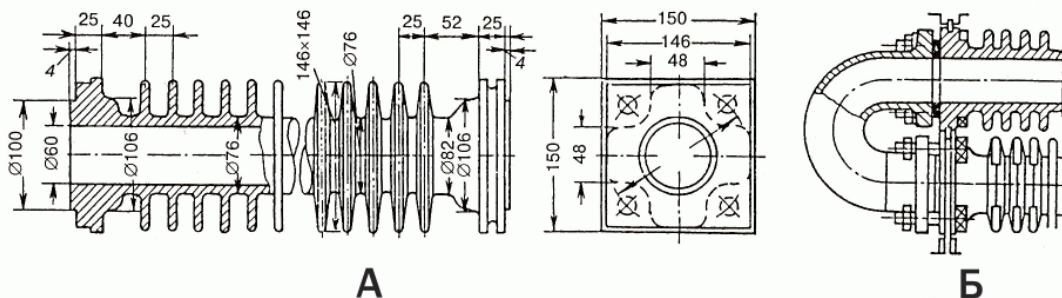


Рисунок 4 – Ребра трубок экономайзера. Вид А и вид Б [3]

У стальных гладкотрубных плавниковых экономайзерах объем поверхности нагрева на 25–30% меньше за счет плавников, задерживающих тепло. Эти трубки бывают с приварными плавниками и плавниковым профилем.

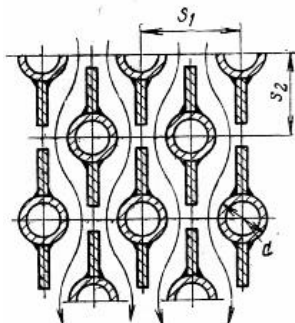


Рисунок 5 – трубки с приварными плавниками [4]

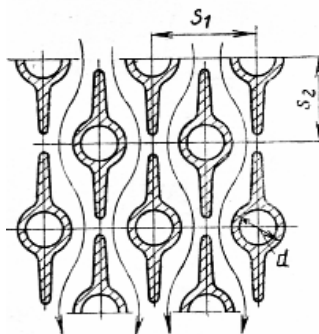


Рисунок 6 – трубки с плавниковым профилем [4]

У стальных мембранных экономайзеров имеются перегородки толщиной 2–3 мм. Экономайзеры с такими трубками эффективнее по сравнению с гладкотрубными и требуют меньше металла на производство.

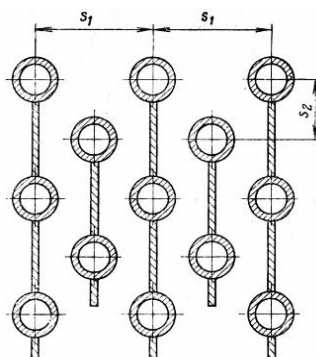


Рисунок 7 – трубки мембранные [4]

Только стальные мембранные экономайзеры имеют коридорное расположение труб. Конструкцию стального экономайзера рассмотрим на примере экономайзера БВЭС-V-1[2]:

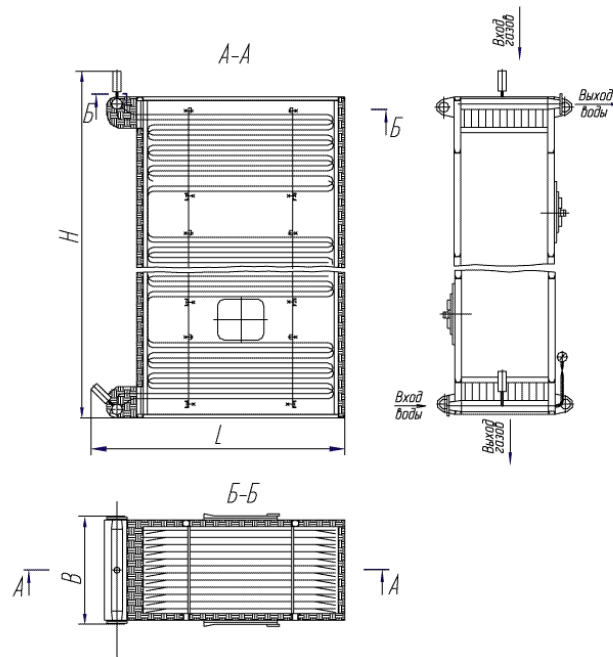


Рисунок 7 – Стальной экономайзер БВЭС-V-1 [2]

Для наглядного сравнения характеристик экономайзеров в качестве чугунного экономайзера будем рассматривать ЭБ-330, применяемый в одно- или двух барабанных котлах с комбинированной и естественной циркуляцией, а в качестве стального экономайзера рассмотрим БВЭС-V-1 – блочный водяной стальной экономайзер с типоразмером V, применяемый в одно- или двух барабанных котлах с естественной циркуляцией.

В таблице 1 приведено сравнение чугунного и стального экономайзера.

Таблица 1 – Сравнение чугунного и стального экономайзера

Характеристические элементы	Единицы измерения	Чугунный экономайзер ЭБ-330	Стальной экономайзер БВЭС-V-1
Площадь поверхности нагрева	м <sup>2</sup>	330,4	239
Температура на входе в экономайзер	°С	100	100
Температура на выходе из экономайзера	°С	140	140
Давление воды	МПа	2,5	2,5
Габаритные размеры LxVxH, мм	мм	2530x1328x3525	2500x2100x4800
Масса	кг	11420	8222

Экономайзеры разделяются еще по степени охлаждения дымовых газов и *бывают конденсационные и не конденсационные* [5].

Принцип конденсационных экономайзеров заключается в охлаждении дымовых газов, в результате которого водяной пар, находящийся в этих газах конденсируется. Затем образовавшийся конденсат выносится из экономайзера. Экономайзеры такого типа могут устанавливаться при параметрах котла, указанных ниже в таблице 2:

Таблица 2 – Параметры конденсационного экономайзера [5]

Характеристические элементы	Единицы измерения	Значение величины
Максимальная мощность	МВт	300
Температура дымовых газов	°С	80–250
Рабочее давление	бар	2–16

Все остальные экономайзеры, в которых вышеописанный процесс конденсации не предусмотрен, являются не конденсационными.

### **Заключение**

В статье рассмотрены различные типы экономайзеров, которые позволяют повысить эффективность топливоиспользования с учётом их весогабаритных и стоимостных характеристик в широком диапазоне паро- и теплопроизводительности котлов.

### **Литература**

1. Экономайзер чугунный ЭБ1-300 [Электронный ресурс] / Экономайзер чугунный ЭБ1-300. – Режим доступа: <https://alteps.ru/ekonomajzer-chugunnuu-eb-1-300.html> /. – Дата доступа: 27.03.2024.
2. Экономайзер стальной БВЭС-V-1 [Электронный ресурс] / Экономайзер стальной БВЭС-V-1. – Режим доступа: <https://alteps.ru/bves-v-1.html> /. – Дата доступа: 27.03.2024.
3. Чугунные экономайзеры [Электронный ресурс] / Чугунные экономайзеры. – Режим доступа: <https://dlyakotlov.ru/catalog/kotelnoe-oborudovanie/ekonomajzery-chugunnye/> /. – Дата доступа: 27.03.2024.
4. Типы экономайзеров [Электронный ресурс] / Типы экономайзеров. – Режим доступа: <http://taketop.ru/articles/energetika/teplosnabgenie/kotelnue-ystan/ekonomajzeru/> /. – Дата доступа: 27.03.2024.
5. Конденсационные экономайзеры для котлов [Электронный ресурс] / Конденсационные экономайзеры для котлов. – Режим доступа: [https://keepwarmeurope.eu/fileadmin/user\\_upload/Learning\\_Centre/Ukraine/T2.3-2\\_ENESTENA\\_ekonomajzeri\\_llight.pdf](https://keepwarmeurope.eu/fileadmin/user_upload/Learning_Centre/Ukraine/T2.3-2_ENESTENA_ekonomajzeri_llight.pdf) /. – Дата доступа: 27.03.2024.