

# Опыт применения и анализ энергоэффективности котлов-парообразователей Д 721/Д 900. Экономический эффект от внедрения.

E-mail: [poltava.teplopribor@yandex.ru](mailto:poltava.teplopribor@yandex.ru)

Тел./факс: (0532) 509-127; 509-042

Уважаемые коллеги, разрешите представить Вам наш опыт разработки и применения технологических паровых котлов-парогенераторов.

В подавляющем большинстве производств применяется пар. Как правило, источниками пара являются котлы серии Е на 1-2,5 тн. в час и серии ДЕ или ДКВР на 2,5-6 тн. в час. Эти котлы вырабатывают пар с давлением 8-13 Бар с температурой 175-200 °С. Но технологии производств часто требуют пар с другими характеристиками – главная из которых – насыщенность и влажность.

Для получения пара нужной кондиции, т.е. с повышенной влажностью, давление понижают до 2,5-4 Бар и пропускают через пароувлажнитель. Для получения горячей воды для отопления и технологических нужд пар пропускают через теплообменники.

Котлы, которые являются основой подобных энергоцентров, имеют КПД 91-94%, однако различные потери при доведении пара до кондиции и, главное, дискретный характер использования пара понижают фактический КПД до 70-80%.

Наше предприятие совместно с ПАО «Полтавский машиностроительный завод» предлагает целую линейку котлов-парогенераторов, которые позволяют экономить в среднем 20-25% энергоресурсов, а в некоторых случаях до 60% в сравнении с котлами серии ДЕ. ДКВР и Е.

Таблица №1: Выпускаемые котлы

№	Название	Производительность в час		Р.давление Бар	КПД	масса	t° уход. газа
1.	КТ-500	тв.	400-500 кг.	до 0,7	75-80	2 тн.	200-240
2.	Д 721	газ	700-750 кг.	до 0,7	91	2 тн.	160-170
3.	Д 900	газ/жид.	850-900 кг.	до 0,7	92	2,2 тн.	155-165
4.	Д 900-02	газ/жид.	850-900 кг.	до 2	92	2,2 тн.	160-170
5.	Д 900/400	газ/жид.	450-500 кг.	до 0,7	92	1,6 тн.	160-170
6.	Д 900/400-02	газ/жид.	450-500 кг.	до 2	92	1,6 тн.	155-165

Все котлы производит **насыщенный водяной пар** влажностью около 21-23% с температурой 120...135°. Удельный расход топлива около 78 м<sup>3</sup>/72 литра в час.

Данные котлы дают пар с фактически теми характеристиками, которые требуются производству, без тепловых потерь, без дополнительных затрат на подготовку воды (дзаэрирование не обязательно) с крайне низкими затратами на электроэнергию.

Особенность котлов – выход на технологический режим за 20-25 минут, что уменьшает в разы затраты на поддержание режима.

Все котлы комплектуются итальянскими горелками “SIB УНИГАЗ” с плавной регулировкой мощности.

В случае заинтересованности, предприятие имеет возможность разработать и производить котлы с производительностью **до 1,5 тн. пара в час на газовом или жидком топливе и до 1 тн. пара в час на твердом топливе.**

Подготовка технической документации на эти котлы планируется на II квартал 2015 года.

Таблица №2

№	Взаимозаменяемость	Котлы парогенераторы	Котлы традиционные
1.	Расход до 500 кг/час	Кт-500; Д 900/400; Д 900/400-02	Е 1/9; МЗК
2.	Расход до 1000 кг/час	Д 721; Д 900; Д 721/ Д 900-02	Е 1/9; Е 1,6/9
3.	Расход до 2000 кг/час	Д 721 (2 шт.); Д 900 (2 шт.); Д 721/Д 900-02 (2 шт.)	Е 2,5/9; ДКВР 2,5/13 и 4/13; ДЕ 2,5/14 и 4/14

Избыточная мощность котлов как правило не используется или через теплообменники идет на контур отопления. Поэтому сравнение ДКВР 2,5 и Д 900-02 (2шт.) является корректным.

Таблица №3

№	Сравнительные расходы	При производстве 0,8 тн. пара		При производстве 1,6 тн. пара	
		1 котел Д 900	Е 1/9	2 котла Д 900	ДКВР 2,5 ДЕ 2,5
1.	Давление пара	0,7-2	2-8	0,7-2	2-8
2.	Энтальпия (кдж/кг) при давлении	2704 (0,7)	2760 (3)	2704 (0,7)	2760 (3)
3.	Тепловые потери на котле (в % /в кВт) в среднем	1/6 кВт	1,5/13 кВт	1/12 кВт	1,5/35 кВт
4.	Тепловые потери: на системах подготовки (ДА) и подогрева воды (в % /в кВт)	—	5-10%/80 кВт	—	5-10%/160 кВт
5.	Тепловые потери: при выходе на режим (минуты/кВт)	20/190	50/650	2x20/380	90/3300
6.	Потребление электроэнергии (кВт/час)	2	7	2x2=4	16
7.	Средний расход газа в месяц при режиме работы: - 10-12 час. в сутки (кВт/час); - 24 час. в сутки (кВт/час).	22 000 43 000	27 000 51 000	44 000 86 000	60 000 105 000
8.	Средний расход электроэнергии в месяц при режиме работы: - 10-12 час. в сутки (кВт/час); - 24 час. в сутки (кВт/час).	600 1 200	2 700 500	1 200 2 400	6 700 11 000
9.	Экономия за месяц при цене 4,6 гр./м <sup>3</sup> и 1,3 грн./кВт: - режим: 10-12 часов (лето); - режим: 24 часа (зима).	25 000 36 000	В сравнении с Е 1/9	80 000 98 000	В сравнении с ДКВР 2,5/13

Фактические расходы на котлах серии Д 721/ Д 900 заметно меньше от расчетных.

Дополнительные факторы влияющие на экономию.

1. Диапазон регулировки 10-100% дает среднюю экономию 10-15% от расчетного потребления.
2. Практически отсутствуют расходы на кап.ремонт и обслуживание поверхностей нагрева, КИП и А, плата за воду, канализацию, утилизацию и т.д..
3. Благодаря тому, что **удельная плотность насыщенного водяного пара** существенно уменьшается при понижении давления, **в закрытых объемах** (печи, камеры пропарки и т.д.) расход пара при том же уровне загрузки в кубометрах при пересчете в кг. становится меньше на 20-40%, тем самым уменьшая потери водяного пара с воздухом или с дымовыми газами. То есть, чем ниже избыточное давление насыщенного пара, тем выше коэффициент его полезного использования (смотреть таблицу №4).

В производственной программе ведущих котлостроительных фирм – Будерус, Висман и других – также есть аналогичные котлы, но их цена в 3-5 раз выше и они требуют обязательной подготовки воды поступающей в котел – деаэрации, умягчения и подогрева до 45 и больше градусов.

**Таблица №4: Удельная плотность насыщенного водяного пара**

избыточное давление	t° пара	плотность пара
4,0 Бар	151°	2,55 кг./м <sup>3</sup>
2,0 Бар	134°-140°*	1,7 кг./м <sup>3</sup>
0,7 Бар	115°-121°*	0,96 кг./м <sup>3</sup>



\*Увеличение температуры пара в котлах Д 721/Д 900 происходит за счет дополнительного использования тепла уходящих газов в пароперегревателе.

## Опыт внедрения:

Основное применения наших котлов в 2000-2011 годах было на хлебозаводах, банно-прачечных комбинатах, кормозапарниках, деревообработке, строительстве, молокозаводах, больницах и т.д.

За последние три года показательны такие объекты:

❖ В 2012 году – замена котла Ланкашир-2,5 на котел Д 900 и водогрейный модуль с котлами КПА-300 (основной и резервный) на хлебозаводе ООО «СК Сергея Бубки» г. Донецк. Выпекается около 13-15 тн./хлеба в сутки режим работы 12-14 часов.

Стоимость проекта около 0,9 млн.грн. с котлами. Годовой эффект от внедрения – около 500 000 грн. при цене котлов Д 900 около 180 000,00 грн. и цене за газ около 4,2 грн. за 1 м<sup>3</sup>.

❖ В 2013 году – замена котла ДКВР 4/13 на два котла Д 900 и водогрейный модуль с двумя котлами Е1/9 (основной и резервный) переведенными в водогрейный режим на ОАО "Сумской хлебокомбинат". Выпекается 50-55 тн. хлеба в сутки. Режим работы 24 часа.

Стоимость проекта (без котлов Е 1/9) около 1,6 млн.грн.. Годовой эффект около 1,0-1,1 млн.грн. при цене котлов Д 900 около 190 000,00 грн. и цене за газ около 4,8 грн. за 1 м<sup>3</sup>.

❖ В связи с существующими изменениями в ценах на газ и оборудование, которые произошли в 2014<sup>м</sup> и начале 2015 года, эти цифры уже недостаточно корректны.

В 2014<sup>м</sup> году комплексных объектов у нас не было.

В I<sup>м</sup> квартале 2015 года мы выполнили проектные работы и поставку котла Д 900/400 на один из Криворожских хлебозаводов и планируем в апреле 2015 года ввести в эксплуатацию объект, после чего получим данные об экономическом эффекте в настоящее время.

Для планирования можем сообщить, что на 15 февраля 2015 года стоимость котлов следующая:

- Д 900 и Д 721 (с приборами, но без горелки) – 213 000,00 грн.;
- Д 900/400 (с приборами, но без горелки) – 185 000,00 грн.;
- Горелка газовая Р61 Unigas (для Д 900 и Д 721) – 3 800 - 4 700 Евро;
- Горелка жидкотопливная РG 60 Unigas – 2 400 - 4 600 Евро;
- Горелка газовая NG 550 Unigas (для Д 900/400) – 2 600 - 3 500 Евро;
- Горелка жидкотопливная LO 550 Unigas – 2 000 Евро;
- КТ-500 (с приборами, стандартная комплектация) – 216 000,00 грн.

Цена на газ для предприятий (планируемая) – 9-11 грн. за 1 м<sup>3</sup>.

Цена электроэнергии для предприятий 2,1-2,4 грн. за 1 кВт/час.

Надеемся, что эта статья вызовет у Вас интерес.

Готовы с радостью предоставить Вам информацию о нашем оборудовании, помочь в разработке ТЭО или проекта на внедрение, осуществить поставку.