

**Повышение энергоэффективности
предприятий агропромышленного комплекса
– от сокращения прямого сжигания топлива
до биэнергетических установок**

Полещук Л.Л. – заместитель начальника Главного управления технического
прогресса и энергетики МСХП

Булат А.Г. – директор ОАО «Институт Белгипроагропищепром»

Судиловский В.К. – начальник сектора когенерации

В Республике Беларусь, как в никаком другом государстве СНГ, проводится системная работа по энергосбережению на всех уровнях государственного управления, производства и в социальной сфере. Минсельхозпрод и его организации активно участвуют в рационализации энергопотребления. Эта разноплановая работа постоянно координируется Департаментом по энергоэффективности. Достиженные успехи весомы, заслуживают признания и одобрения, особенно в экономии топлива и тепла.

Как показывает анализ производства тепла и энергопотребления в целом в отрасли и в других смежных отраслях, реально существует серьезный потенциал энергосбережения. Использование этого потенциала в условиях мирового экономического кризиса, безусловно, укрепит экспортные позиции всех отраслей, прежде всего, за счет ощутимого снижения энергоемкости и себестоимости продукции как отдельных предприятий и организаций, так и страны в целом. Конечно, самая крупная составляющая потенциала энергосбережения – это высокие технологии с применением 5 и 6 уклада в промышленном производстве. Но в нынешних условиях большой закредитованности использование этой составляющей, дорогой и со сравнительно большим сроком окупаемости, возможно только для отдельных компаний. Поэтому, на наш взгляд в настоящее время на первое и главное место в энергосбережении выходит сокращение прямого сжигания топлива на всех теплоисточниках за счет перехода на комбинированное производство тепла и электричества – когенерацию (теплофикацию как известный исторический аналог).

Как известно, именно когенерация обладает наивысшим эффектом экономии топлива и снижения себестоимости продукции в любых компаниях, потребляющих тепло и электричество. В Беларуси используется ежегодно около 18 млн.т у.т топлива прямого сжигания (без комбинированной выработки) более чем в 20 тысячах котельных, топок, теплогенераторов и т.д. Причем на каждую 1 тыс.долларов ВВП его расходуется в 3-4 раза больше, а электроэнергии потребляется в 3-5 раз меньше, чем в промышленно развитых странах мира. Изучив преимущества комбинированной выработки, Дания первой в мире еще в 1992 году приняла закон об энергосбережении, по которому все котельные в стране тепловой мощностью 1 МВт и более переводились в ТЭЦ. В настоящее время в Дании более 76% тепловой энергии и 54% электрической энергии вырабатываются в режиме когенерации.

В Минсельхозпроду перевод котельных с режима прямого сжигания топлива в когенерационный позволит сэкономить около 540 тыс. т у.т в год при выработке супердешевой электроэнергии свыше 2,5 млрд.кВт·ч.

В целом по нашей стране полный потенциал энергосбережения и импортезамещения оценивается до 10-11 млрд. м³ природного газа с экономией валюты около 2,5-3 млрд.долларов в год. Что еще важно, выброс парниковых газов при этом может уменьшиться на 16-17 млн. т.

Меньшим потенциалов энергосбережения обладают биоэнергетические комплексы. Их в отрасли введено в разных областях 7 штук. В целом накоплен положительный опыт их эксплуатации по экономии энергоресурсов при еще большей значимости их экологической роли в компаниях и отрасли в целом.

Старые подходы не спасают в новых условиях высоких цен на топливно-энергетические ресурсы

Применяемые технологии и состояние техники в перерабатывающих отраслях различных областей близки друг к другу, незначительно отличаясь в ту или иную сторону по отдельным предприятиям. Необходимо отметить, что энергетическое хозяйство подавляющего большинства заводов и комбинатов построено по раздельному способу, характерному для середины XX века: электрическая энергия закупается в общереспубликанской системе, а тепловая производится в собственных котельных. При этом у руководителей всех уровней — от предприятий, концернов, до облсельхозпродов — господствует подход, что использование современных, соответствующих применяемым в промышленно развитых странах котельных с паровыми котлами с КПД до 93-95% (Виссман, Будерусс и др.) да еще с запуском новых химводоподготовок, по-прежнему обеспечивают эффективность раздельного способа. Руководители считают, что они довели свои энергохозяйства до уровня лучших зарубежных образцов, но это не так. Они заблуждаются, а их подход на современном этапе стоит признать несовершенным.

Вместе с тем нужно отдать должное этим руководителям. Они провели большую и полезную работу в направлении снижения энергоемкости производства. Однако сейчас существует другой способ энергоснабжения, значительно более эффективный в энергетическом и экономическом отношении. Это когенерация, комбинированный способ, при котором на базе существующего теплопотребления (в некоторых случаях холодопотребления) устанавливают и производят в одном тепловом двигателе одновременно два вида энергии — тепловую и электрическую. Причем главной целью является выработка тепла, а электроэнергия генерируется как сопутствующий продукт в когенерационном цикле. В СССР он назывался теплофикационным и строился на применении паротурбинных установок в качестве теплового двигателя.

В настоящее время доля тепловой энергии, выработанной когенерационными установками, в обеспечении промышленных и коммунально-бытовых потребителей составляет в Дании - 50 %, Финляндии - 43 %, Швеции - 35 %, Германии - 12 %. При этом, перспективные планы развития энергетики этих стран предусматривают увеличение доли теплофикации в теплоснабжении к 2015 году на 15-25%.

ТРАДИЦИОННАЯ ЭНЕРГЕТИКА

В год на ТЭЦ Беларуси вырабатывается 29,3 млн Гкал тепла и только 23 млн Гкал в наиболее экономичном теплофикационном цикле с одновременной выработкой 10,8 млрд кВт*часов электрической энергии, при этом около 78 млн Гкал тепла вырабатывается в низкоэффективном режиме прямого сжигания топлива на тысячах котельных и печей

Традиционная схема раздельного энергоснабжения

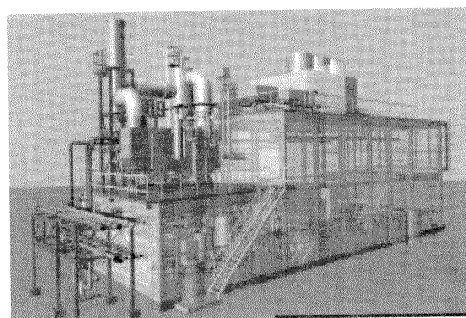
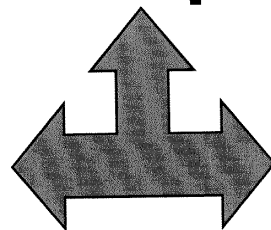


КОГЕНЕРАЦИЯ

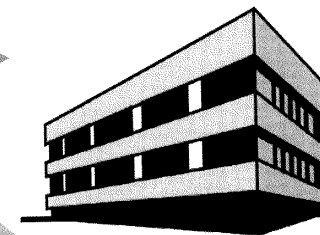
ОБЩИЙ
КПД
88-92%

100%
Топливо

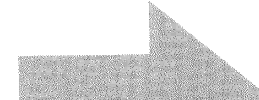
8-12%
Потери

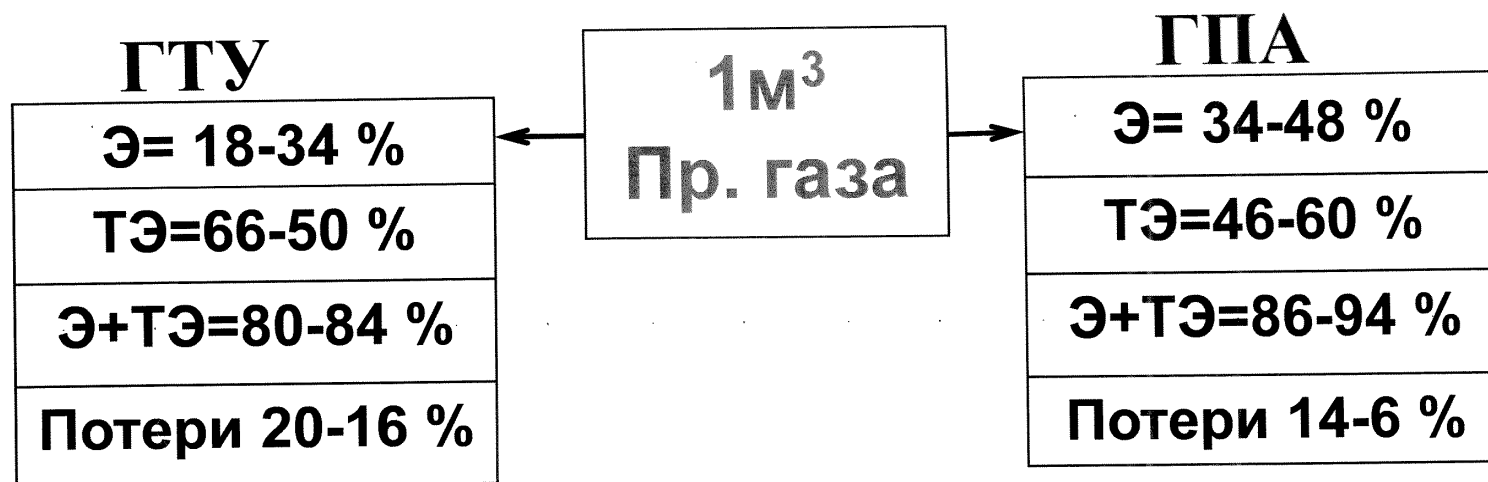


ЭЭ 30-48%



ТЭ 45-48%





Соотношение себестоимости электрической Сээ и тепловой энергии Стэ (в
единых единицах энергии — Джоуль, Гкал, киловатт-час)

$$\frac{C_{ЭЭ}}{C_{ТЭ}} = 2,5 - 6$$

т.е. $C_{ЭЭ} = (2,5 - 6) \cdot C_{ТЭ}$

ВРБ: $C_{ЭЭ} = 4 C_{ТЭ}$

ВРФ: $C_{ЭЭ} = 5,1 C_{ТЭ}$

Выработка электроэнергии для различных энергоустановок на отпускаемом тепле

$$\mathcal{E} = w \cdot Q_{TЭ}^{КГУ},$$

где $Q_{TЭ}^{КГУ}$ - отпущенное тепло КГУ

$w \left[\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{Гкал}} \right]$ - удельная выработка электроэнергии энергоустановкой на тепловом потреблении предприятия

1. $\mathcal{E}^{ПГУ} = w^{ПГУ} \cdot Q_{TЭ}^{КГУ} = 360 \cdot Q_{TЭ}^{КГУ}$

2. $\mathcal{E}^{ГТУ} = w^{ГТУ} \cdot Q_{TЭ}^{КГУ} = 800 \cdot Q_{TЭ}^{КГУ}$

3. $\mathcal{E}^{ГПА} = w^{ГПА} \cdot Q_{TЭ}^{КГУ} = 1100 \cdot Q_{TЭ}^{КГУ}$

4. $\mathcal{E}^{ПГУ} = w^{ПГУ} \cdot Q_{TЭ}^{КГУ} = 1800 \cdot Q_{TЭ}^{КГУ}$

Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении для различных энергоустановок

№ п/п	Тип энергоустановки	кВт·ч/Гкал
1	Паровые турбины Р	80-120
2	Паровые турбины П	160-240
3	Паровые турбины Т СКР	230-420 440-560
4	ГТУ ($\eta_{эл}=20-38\%$)	650-850
5	ГПА ($\eta_{эл}=40-48\%$)	950-1150
6	ПГУ ($\eta_{эл}=52-62\%$)	1800

ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА

$$\Delta B_{\text{ЭК}} = \mathcal{E} \cdot (b_{\text{ЭЭ}}^{\text{ЗАМ}} - b_{\text{ЭЭ}}^{\text{КГУ}}),$$

где $\Delta B_{\text{ЭК}}$ - экономия топлива когенерационной установкой (КГУ)

\mathcal{E} - выработка электроэнергии КГУ

$b_{\text{ЭЭ}}^{\text{ЗАМ}}$ - удельный расход топлива на выработку электроэнергии на замыкающей конденсационной электростанции энергосистемы

$b_{\text{ЭЭ}}^{\text{КГУ}}$ - удельный расход топлива на выработку электроэнергии на данной КГУ

$$\mathcal{E} = w \cdot Q_{TЭ}^{\text{КГУ}},$$

где $Q_{TЭ}^{\text{КГУ}}$ - отпущенное тепло КГУ

$w \left[\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{Гкал}} \right]$ - удельная выработка электроэнергии энергоустановкой на тепловом потреблении предприятия

Экономия топлива для различных типов энергоустановок

$$\Delta B_{\text{ЭК}} = \mathcal{E} \cdot (e_{\text{ЭЭ}}^{\text{ЗАМ}} - e_{\text{ЭЭ}}^{\text{КГУ}}),$$

$$e_{\text{ЭЭ}}^{\text{ЗАМ}} = 336 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}$$

$$e_{\text{ЭЭ}}^{\text{КГУ}} = 140 - 160 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}$$

$$1. \Delta B^{\text{ПГУ}} = \mathcal{E}^{\text{ПГУ}} \cdot (336 - 160) = 6,3 \cdot Q_{\text{ТЭ}}^{\text{КГУ}}$$

$$2. \Delta B^{\text{ГТУ}} = \mathcal{E}^{\text{ГТУ}} \cdot (336 - 150) = 14,9 \cdot Q_{\text{ТЭ}}^{\text{КГУ}}$$

$$3. \Delta B^{\text{ГПА}} = \mathcal{E}^{\text{ГПА}} \cdot (336 - 145) = 21,0 \cdot Q_{\text{ТЭ}}^{\text{КГУ}}$$

$$4. \Delta B^{\text{ПГУ}} = \mathcal{E}^{\text{ПГУ}} \cdot (336 - 150) = 33,5 \cdot Q_{\text{ТЭ}}^{\text{КГУ}}$$

т.е.

$$\frac{\Delta B^{\text{ГТУ}}}{\Delta B^{\text{ПГУ}}} = \frac{14,9}{6,3} = 2,4 \qquad \frac{\Delta B^{\text{ГПА}}}{\Delta B^{\text{ПГУ}}} = \frac{21,0}{6,3} = 3,3$$

$$\frac{\Delta B^{\text{ПГУ}}}{\Delta B^{\text{ПГУ}}} = \frac{33,5}{6,3} = 5,3$$

Теплотехнологический характер экономики страны

Таблица 1
Потребление и производство топливно-энергетических ресурсов в
энергетическом хозяйстве страны

Параметр	Размер- ность	Электро- энергетика	Энергетика отраслей	Всего
Потребление котельно- печного топлива	млн. т у.т (доля в %)	14,3 (45,8)	16,9 (54,2)	31,2 (100%)
Производство тепловой энергии	млн. Гкал (доля в %)	37,6 (33,7)	74 (66,3)	111,6 (100%)
Производство электроэнергии	млрд. кВт·ч (доля в %)	32,5 (95,4)	1,5 (4,6)	34,0 (100%)
Технологические потери в электросетях	%	10,6	-	
Установленная электрическая мощность	МВт (доля в %)	8 264 (94,9)	446,7 (5,1)	8710,7 (100%)

Если $C_{ТЭ} = (\text{Дж, Гкал, киловатт-час}) = 1 \text{ у.ф.е.}$
(условная финансовая единица)

то $C_{ЭЭ} = 4C_{ТЭ} = 4 \text{ у.ф.е.}$

Отсюда условная стоимость произведенной энергии в

$$\text{ГТУ} = C_{ЭЭ}^{\text{ГТУ}} + C_{ТЭ}^{\text{ГТУ}} = 4 \cdot 32 + 50 = 168 \text{ у.е.ф.}$$

$$\text{ГПА} = C_{ЭЭ}^{\text{ГПА}} + C_{ТЭ}^{\text{ГПА}} = 4 \cdot 44 + 48 = 224 \text{ у.е.ф.}$$

Котельная с КПД 94 %

$$C_{ТЭ}^{\text{КОТ}} = 94 \text{ у.е.ф.}$$

Выигрыш

$$\frac{\text{ГТУ}}{\text{Кот.}} = \frac{168}{94} = 179 \% \quad \frac{\text{ГПА}}{\text{Кот.}} = \frac{224}{94} = 238\% \quad \frac{\text{ГПА}}{\text{ГТУ}} = \frac{224}{168} = 133\%$$

Расчет показателей когенерации в Республике Беларусь

- ТЭЦ Минэнерго – 24 млн. Гкал
- Всего 112 млн. Гкал. Тогда $112 - 24 = 88$ млн. Гкал.

$$\alpha_{\text{ког}} = 0,85 \quad Q_{\text{ког}}^{0,85} = 74,8 \text{ млн. Гкал}$$
$$\alpha_{\text{ког}} = 0,70 \quad Q_{\text{ког}}^{0,70} = 61,6 \text{ млн. Гкал}$$

Если принять $w = 930$ кВт·ч/Гкал
то $\mathcal{E}_{\text{ког}}^{0,70} = 61,6 \cdot 930 = 57,3$ млрд. кВт·ч
 $\mathcal{E}_{\text{ког}}^{0,85} = 74,8 \cdot 930 = 69,6$ млрд. кВт·ч

Тогда

$$\mathcal{E}_{0,70}^{\text{PS}} = 38,4 + 57,3 = 95,7 \text{ млрд. кВт·ч}$$
$$\mathcal{E}_{0,70}^{\text{PS}} = 38,4 + 69,6 = 108 \text{ млрд. кВт·ч}$$

- Удельное электропотребление в республике может достичь величин 9-10 тыс. кВт·ч/чел., т.е. той величины, которая по электропотреблению на душу населения соответствует сегодняшнему среднему уровню на Западе.

Расчет технико-экономического обоснования строительства собственного энерготехнологического комплекса с применением современных парогазовых технологий

На основе анализа потребления топливно-энергетических ресурсов и режима работы перерабатывающих предприятий рассчитан их экономический потенциал по производству в когенерационном цикле электрической энергии и мощности на базе собственного теплопотребления (табл. 3).

Таблица 3 – Экономический потенциал по производству в когенерационном цикле электрической энергии и мощности мясомолочного перерабатывающего сектора на базе собственного теплопотребления

№ п/п	Регионы республики	Годовой потенциал производст-ва электроэнергии, млн. кВт.ч			Потенциал электрической мощности, МВт		
		Предпр иятия перераб отки молока	Предприят ия переработк и мяса	Суммар ное произво дство	Предприя тия переработ ки молока	Предприя тия переработ ки мяса	Суммар ный потенциал
1.	Брестская обл.	328,0	88,0	416,0	41,0	15,0	56,0
2.	Витебская обл.	337,0	100,0	437,0	42,0	17,0	59,0
3.	Гомельская обл.	311,0	72,0	383,0	39,0	12,0	51,0
4.	Гродненская обл.	326,0	95,0	421,0	41,0	16,0	57,0
5.	Минская обл.	442,0	194,0	636,0	55,0	32,0	87,0
6.	Могилевская обл.	193,0	54,0	247,0	24,0	9,0	33,0
Итого		1937	604	2541,0	242,0	101,0	343,0

Из данных, приведенных в табл. 3, следует, что перерабатывающий сектор обладает:

- большим потенциалом производства собственной электроэнергии в когенерационном цикле 2,5 млрд. кВт.ч в год, в том числе на молочных комбинатах свыше 1,9 млрд. кВт.ч и на мясокомбинатах свыше 0,6 млрд. кВт.ч в год
- потенциалом электрической мощности когенерационных установок 343 МВт, в том числе на молочных комбинатах 242 МВт, и 101 МВт на мясокомбинатах.

Использование этого потенциала обеспечит ежегодную экономию топлива и снижение энергоемкости продукции до 480 тыс. т у.т. в год. При этом ежегодный доход только за счет разности тарифа на электроэнергию и ее себестоимостью на месте потребления составит свыше 175 млн. ам. долларов.

Все вместе взятое обеспечит укрепление экспортного потенциала предприятий и рост собственных инвестиций на дальнейшую модернизацию техники и технологии производства.

С учетом изложенного материала по энергоэффективности комбинированного способа энергоснабжения с применением современных тепловых двигателей приведем основные технико-экономические показатели когенерационного энерготехнологического комплекса применительно к молочному комбинату средней для отрасли производительности с потреблением обобщенных энергозатрат порядка 7 тыс. т у.т. в год (таблица 4).

С учетом изложенного материала по энергоэффективности комбинированного способа энергоснабжения с применением современных тепловых двигателей приведем основные технико-экономические показатели когенерационного энерготехнологического комплекса применительно к молочному комбинату средней для отрасли производительности с потреблением обобщенных энергозатрат порядка 7 тыс. т у.т. в год (таблица 4).

Насколько комбинированный способ энергоснабжения выгоднее для реального предприятия? Приводим расчеты для молочного комбината средней по отрасли производительности с потреблением обобщенных энергозатрат порядка 7 тыс. т у.т. в год. Они сделаны с учетом применения современных тепловых двигателей различной мощности и типа. ГПА — газо-поршневый агрегат, ГТУ — газо-турбинная установка, микро ГТУ — микро-газотурбинная установка.

Анализ таблицы 4 с важнейшими технико-экономическими показателями по шести возможным вариантам когенерационных установок для среднего по перерабатывающей мощности молочного комбината отрасли показывает:

1. Применение когенерации во всех случаях выгодно.

Однако для реального режима работы комбината в зависимости от выбранного типа и единичной мощности теплового двигателя (газовой турбины или газопоршневого агрегата) можно получить чистую прибыль, превосходящую в 16,6 раза для варианта 4 по отношению к варианту 6 (2 ГПА по 3,35 МВт и 6 микро ГТУ по 100 кВт электрической мощности каждая). Поэтому правильный выбор типа и мощности тепловых двигателей играет очень важную роль, чему руководители должны уделять особое внимание, особенно высокому профессионализму привлекаемых проектных организаций.

2. Удельный расход топлива на выработку электроэнергии в когенерационном цикле равен для ГПА 139-143 г у.т./кВт·ч, для серийных ГТУ малой мощности 600 кВт – 226 г у.т./кВт·ч и для микро ГТУ с регенеративным подогревом циклового воздуха, идущего в камеру сгорания – 315 г у.т./кВт·ч. Таким образом, удельный расход топлива по сравнению с ГПА в ГТУ увеличивается в 1,6 раза, а в микро ГТУ – 2,25 раза. (Подчеркнем, что на Лукомльской ГРЭС – одной из лучших в мире паротурбинных электростанций на сверхкритические параметры пара удельный расход топлива равен 320 г у.т./кВт·ч). Абсолютная экономия топлива в когенерационном цикле на каждый МВт введенной электрической мощности составит: с ГПА – 1,4 тыс. т у.т. с серийной ГТУ – 0,83 тыс. т у.т. и с микро – ГТУ – всего 0,17 тыс. т у.т.

Таблица № 4 – Основные технико-экономических показатели когенерационного энергетического комплекса для молочного комбината с потреблением обобщенных энергозатрат 7 тыс. т у. т. в год.

№ п/п	Наименование показателей	Размерность	Варианты					
			1	2	3	4	5	6
			ГПА	ГПА	ГПА	ГПА	ГТУ	(микро ГТУ)
1	Номинальная электрическая мощность	кВт	<u>2x637</u>	<u>1x1248</u>	<u>2x2677</u>	<u>2x3349</u>	<u>1x600</u>	<u>3x200</u>
			1274	1248	5354	6698	600	600
2	Электрический КПД	%	40,5	43,9	45,5	45,06	19	28
3	Номинальная тепловая мощность	Гкал/ч	1,2850	1,1027	4,402	5,643	1,60	0,46
			МВт	1,4942	1,2822	5,119	6,561	1,86
4	Тепловой КПД	%	47,5	45,1	43,5	44,14	59,0	26,0
5	Тепло, подведенное к ГПА	Гкал/ч	2705	2445	10720	12784	2716	1800
			МВт	3145,7	2843	11767	14865	3158
6	Коэффициент использования топлива	%	88,0	89,0	89,0	89,2	78,0	54,0
7	Число часов использования установленной мощности	часы	8000	8000	7100	6700	7700	7700
8	Годовой расход топлива	тыс. т у.т.	3,095	2,797	10,276	12,25	2,991	1,979
9	Выработка электроэнергии	тыс. кВт ч	10192	9984	38013	44877	4620	4505
10	Отпуск электроэнергии	тыс. кВт ч	10029	9834,2	37663	44428	4505	4392
11	Выработка теплоэнергии	Гкал	10280	8822	31254	37808	1232	354,2
			МВт-ч	11954	10258	36342	43963	1432
12	Отпуск теплоэнергии	Гкал	10126	8690	30941	37430	1214	349
			МВт ч	11775	9999	35978	43523	1410
13	Удельный расход топлива на выработку теплоэнергии	кг у.т./Гкал	159,5	159,5	159,0	159,0	158	160
14	Годовой расход топлива на выработку теплоэнергии	тыс. т у.т.	1,640	1,407	4,969	6,010	1,947	0,5585
15	Годовой расход топлива на выработку электроэнергии	тыс. т у.т.	1,459	1,390	5,307	6,240	1,044	1,420

Продолжение таблицы								
№ п/п	Наименование показателей	Размерность	Варианты					
			1	2	3	4	5	6
			ГПА	ГПА	ГПА	ГПА	ГТУ	(микро ГТУ)
16	Номинальная электрическая мощность	кВт	$\frac{2 \times 637}{1274}$	$\frac{1 \times 1248}{1248}$	$\frac{2 \times 2677}{5354}$	$\frac{2 \times 3349}{6698}$	$\frac{1 \times 600}{600}$	$\frac{3 \times 200}{600}$
17	Удельный расход топлива на выработку электроэнергии	г/кВт ч	143,15	139,22	139,61	139,05	226,0	315,3
18	Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии	г/кВт ч	145,50	141,34	141,0	140,45	231,7	323,3
19	Годовая экономия топлива	тыс. т у.т.	1,91	1,915	7,34	8,776	0,495	0,091
20	Себестоимость электроэнергии (при цене природного газа (270/370 \$ за тыс. м ³))	цент/кВт ч	$\frac{4,64}{6,37}$	$\frac{4,51}{6,18}$	$\frac{4,50}{6,16}$	$\frac{4,48}{6,13}$	$\frac{7,40}{10,14}$	$\frac{10,35}{14,15}$
21	Себестоимость теплоэнергии (270/370) за тыс. м ³	\$/Гкал	$\frac{45,40}{62,20}$	$\frac{45,40}{62,20}$	$\frac{45,26}{62,00}$	$\frac{45,26}{62,00}$	$\frac{44,97}{61,63}$	$\frac{45,54}{62,41}$
22	Стоимость ГПА с КУП	млн. \$	1,280	1,037	4,248	4,980	0,930	1,544
23	Стоимость модернизации	млн. \$	1,562	1,234	4,970	5,827	1,255	2,084
24	Чистая прибыль (270/370)	млн. \$ в год	$\frac{0,696}{0,862}$	$\frac{0,718}{0,867}$	$\frac{1,908}{2,337}$	$\frac{2,210}{2,911}$	$\frac{0,143}{0,244}$	$\frac{0,1314}{0,2044}$
25	Простой срок окупаемости (270/370)	лет	$\frac{2,240}{1,485}$	$\frac{1,444}{1,195}$	$\frac{2,605}{1,722}$	$\frac{2,640}{1,525}$	$\frac{8,8}{5,14}$	$\frac{15,85}{10,20}$

3. При относительно равной себестоимости теплоэнергии по всем 6 вариантам, себестоимость электроэнергии с ГПА в 1,65 раз ниже, чем с серийной ГТУ и в 2,3 раза ниже, чем с микро ГТУ.

4. Простой срок окупаемости с ГПА, равный порядка 2,6 года, в 3,3 раза меньше, чем с серийной ГТУ и в 6 раз меньше, чем с микро ГТУ. При удорожании топлива сроки окупаемости существенно сокращаются.

Заключение

Таким образом, реализация потенциала энергосбережения в мясомолочном секторе отрасли путем модернизации котельных в когенерационные энерготехнологические комплексы на базе собственного теплопотребления позволяет выработать 2,5 миллиарда кВт·ч дешевой электроэнергии с экономией топлива 480 тыс. т у.т. в год и сроком окупаемости около 2,6 лет при продолжительности строительства 4-12 месяцев. Такая модернизация значительно повысит рентабельность предприятий и укрепит их материальную базу и экспортные позиции.

Благодарим за внимание!

ВОПРОСЫ, КОММЕНТАРИИ,
СУЖДЕНИЯ

