



Авторы: **Александр Гарзанов**,
генеральный директор ООО «Группа компаний Агро-3. Экология»;

Виктор Смирнов,
генеральный директор
ООО «Энергоресурс-СП»;

Алексей Аваков,
генеральный директор ООО «Авелит»;

Юрий Яковлев,
председатель совета директоров
ООО «Союз»;

Иван Малык,
директор по техническому развитию
и инвестициям Группы «Черкизово»

Компания: **«АГРО-3»**,
тел.: +7 (495) 721-20-77,
www.agro3.ru

Экономические аспекты использования подстилочного помета в качестве альтернативного биотоплива

Подстилочный помет является опасным отходом птицефабрик: III класс опасности по «Федеральному классификационному каталогу отходов, утв. МПР РФ 02.12.2002 года. Его утилизация рассматривается исключительно как экологическое, затратное мероприятие.

В частности, плата за размещение ПП на открытых полигонах (497 руб./тону по Постановлению Правительства РФ №344 от 12.07.2003 года) увеличивает себестоимость мяса птицы на 2-3%.

Затратный поход к проблеме утилизации подстилочного помета – главная причина «топтанья» на месте. В будущем такой подход лишь обострит проблему в связи с планируемым в рамках доктрины продовольственной безопасности РФ ростом производства мяса птицы и пропорциональным ростом количества помета. Существующие методы его утилизации решают проблему частично и не лишены существенных недостатков.

Радикальное изменение ситуации произойдет лишь при получении птицефабриками весомых экономических преимуществ при утилизации. На наш взгляд, такие преимущества дает метод прямого сжигания ПП с комбинированной выработкой тепла в виде горячей воды, технологического пара, а также электроэнергии. При сжигании 1 тонны ПП можно выработать:

- до 2 Гкал тепла в виде (ГВС, отопление) с себестоимостью 60-80 руб./Гкал,
- или до 3 тонн пара на технологические нужды с себестоимостью 70-90 руб./т,
- либо до 600 кВт электроэнергии с себестоимостью 0,6-0,8 руб./кВт·ч.

В этом случае ПП выступает в роли возобновляемого альтернативного топлива, замещающего натуральное (газ, мазут, уголь). При этом доля топливной составляющей в себестоимости продукции практически равна нулю.



Рис.1. Общий вид промышленной установки с топливным складом.

В случае комбинированной выработки тепловой энергии и электрической энергии их себестоимость соответствует доле каждого из видов энергии в общем отпуске энергии. Так, при сжигании 150 т/сут. ПП (6250 кг/ч с нижней рабочей теплотой сгорания $Q_H^p=2500\pm 200$ ккал/кг, влажностью $W_p=40\pm 5\%$, зольностью $A^p=10-15\%$) с отпуском 6-7 т/ч технологического пара (давлением 6 ати), 2000 кВт электрической мощности и 6-7 Гкал/ч тепловой энергии в виде горячей воды, их расчетная себестоимость соответственно составит 90-100 руб./т пара, 0,15-0,20 руб./кВт·ч. и 150-160 руб./Гкал.

Кроме того, зола, получаемая в результате сжигания ПП (выход 100-150 кг/т ПП) является ценным минеральным калийно-фосфорным удобрением, готовым к применению. Ее использование по сравнению с обычными минеральными удобрениями повышает урожайность зерновых на 10-15%. Оптовая цена золы не менее 5500 руб./т при себестоимости, равной затратам на приобретение тары. Она также может использоваться как компонент строительных материалов (цемент, газобетон, кирпич и проч.).

Наш практический опыт по сжиганию ПП Петелинской птицефабрики в промышленной установке тепловой мощностью 1,5 МВт /2/ показал, что при среднечасовом расходе топлива ~430 кг/ч ($Q_H^p=2660$ ккал/кг, $W^p=34\%$, $A^p=14,5\%$) полезное тепловосприятие установки (по сетевой воде) составило 1 Гкал/ч (1,2 МВт), а к.п.д. брутто – 83% (при температуре уходящих газов 180 °С и коэффициенте избытка воздуха в них 1,5). Специальная конструкция

слоевой топки с системой многозонного воздушного дутья обеспечила минимальный унос золы. При этом сжигание ПП происходило с минимальным выбросом вредных веществ в атмосферу: содержание СО не превышало 75; аммиака – 2,53; фенола – 0,097; формальдегида – 0,138; сажи – 1; взвешенных веществ – 22; оксида азота – 198; диоксида азота – 1 мг/нм³ по протоколу Владимирского филиала ЦЛАТИ №26-П/4 от 29.03.2010 года. Общий вид промышленной установки с топливным складом представлен на рис. 1.

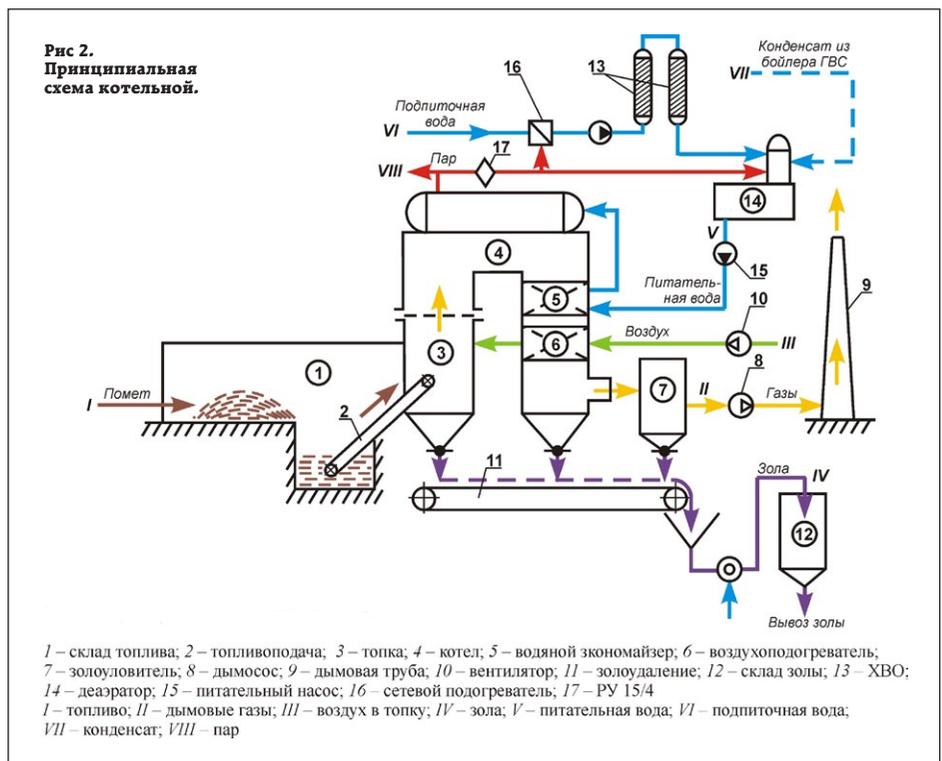
По итогам этой работы была предложена технологическая схема (рис. 2) паровой котельной на ПП. Для сжигания в такой котельной 75, 150 и 225 тонн ПП в сутки выполнен расчет капитальных и эксплуатационных затрат.

Удельные капитальные затраты составляют 880-780 тыс. руб., удельные эксплуатационные расходы – 250-190 руб. на 1 тонну ПП в сутки. Срок окупаемости капитальных затрат не превышает 1,5-2,0 лет. В качестве составляющих экономической эффективности были приняты стоимости замещаемого природного газа и минеральных удобрений.

Существенное увеличение экономической привлекательности метода появляется при дополнении производства пара и горячей воды выработкой электроэнергии. При этом необходимо учитывать, что собственной генерации 1 кВт электрической мощности равнозначна подключению к внешней сети с соответствующей платой за подключение (20-25 тыс. руб./кВт).

Выработка электроэнергии зависит от расхода пара через паровую турбину, начальных и конечных параметров пара. Удельная (отнесенная к единице расхода пара) выработываемая электрическая мощность максимальна в конденсационном режиме работы ($P_k=10$ кПа) и падает с ростом противодавления. Исходя из конкретных условий выбирается тип паротурбинной установки и рассчитывается возможная при этом выработка электроэнергии на различных режимах ее эксплуатации. Так, при выработке котельной установкой 10 т/ч пара с начальными параметрами 2,4 МПа, 370 °С ($i_0=758$ ккал/кг) и применении паровой конденсационной турбины типа ПП в теплофикационном режиме ($P_k=70$ кПа, режим ухудшенного

Существенное увеличение экономической привлекательности метода появляется при дополнении производства пара и горячей воды выработкой электроэнергии.



вакуума) можно выработать до 1450 кВт электрической мощности и 5,66 Гкал/час полезной тепловой мощности при нагреве сетевой воды в конденсаторе турбины до 80 °С. При работе в конденсационном режиме ($P_k=10$ кПа, режим глубокого вакуума) выработываемая электрическая мощность возрастает до 2100 кВт, но отсутствует полезная тепловая мощность. Расчетная себестоимость электроэнергии

в обоих режимах составит 0,15-0,20 руб./кВт·ч, так как топливная составляющая равняется нулю. В первом случае замещается покупка от внешнего поставщика 1450 кВт электрической мощности (5075 руб./ч при цене электроэнергии 3,5 руб./кВт·ч) и 770 м³/ч природного газа (3080 руб./ч при цене природного газа 4 руб./м³), во втором случае замещается только покупка от внешнего поставщика 2100 кВт электрической мощности (7350 руб./ч).

В целом составляющие затрат и экономической эффективности зависят от фактических условий энергопотребления, включая тарифы на энергоресурсы, и рассчитываются для каждого конкретного случая.

Важными преимуществами паротурбогенераторных установок по сравнению с газопоршневыми машинами являются возможность работы в широком (10-100%) диапазоне нагрузок в зависимости от режима потребления электроэнергии, значительно более высокий назначенный ресурс (в 5 и более раз) и несравнимо меньшие эксплуатационные затраты (в 10 и более раз).

Основными экономическими преимуществами предлагаемого метода утилизации ПП являются:

- полная и быстрая ликвидация отходов III класса опасности без их предварительной подготовки (сушка, брикетирование);
- получение постоянно используемых видов тепловой и/или электрической энергии по минимальной себестоимости;
- производство ценного минерального удобрения;
- легкая адаптация к существующим системам тепло- и энергоснабжения птицефабрик.

Помимо экономических преимуществ комплексная выработка тепла, пара и электроэнергии на возобновляемом биотопливе значительно увеличит независимость птицефабрик от поставщиков энергоресурсов и тарифов на них. **□**