

## Подстилочный помёт птицефабрик как биотопливо для котельной

К.т.н. А.Л. Гарзанов, генеральный директор, ООО «Группа компаний АГРО-3. Экология», г. Москва;  
 В.М. Смирнов, генеральный директор, ЗАО «Энергоресурс-СП», г. Калуга;  
 А.А. Аваков, генеральный директор, ЗАО «ИЦ «Авелит», г. Белгород;  
 Ю.В. Яковлев, председатель совета директоров, ООО «Союз»,  
 Владимирская обл., Ковровский район;  
 И.С. Малык, директор по техническому развитию и инвестициям,  
 ООО «УК Птицеводство Группы Черкизово», г. Москва  
 (Печатается с сокращениями, полную версию см. на сайте РосТепло.ру – www.rosteplo.ru)

### Введение

Подстилочный помёт птицефабрик по степени вредного воздействия на окружающую природную среду относится к отходам III класса опасности (в соответствии с «Федеральным классификационным каталогом отходов»). При размещении на открытых полигонах данные отходы разлагаются с выделением токсичных и парниковых газов. В то же время подстилочный помёт может использоваться в качестве возобновляемого биотоплива с теплотой сгорания  $Q_n^p = 2000-3000$  ккал/кг. Сжигание 1 т подстилочного помёта обеспечивает замещение до 270 м<sup>3</sup> природного газа или до 240 кг жидкого топлива (мазут, печное топливо).

Подстилочному помёту не требуется гранулирование и сушка, что упрощает и удешевляет процесс его использования в качестве топлива. Особенности такого топлива являются высокая влажность, зольность, а также наличие в золе щелочноземельных и щелочных металлов, повышающих ее шлаковую способность. В табл. 1 представлены некоторые характеристики подстилочного помёта, полученные в результате анализа различных проб отходов.

### Теплотехнические испытания

Экспериментальное сжигание подстилочного помёта ЗАО «Петелинская птицефабрика» (Московская обл.) проводилось в промышленной котельной установке тепловой мощностью

1,5 МВт, находящейся на территории Ковровского завода котельно-топочного и сушильного оборудования «Союз» (Владимирская обл.).

В состав установки (рис. 1) входит закрытый топливный склад 1 с подвижным дном, скребковый транспортер топливоподачи 2, специальная слоевая топка 3, водяной тепло-

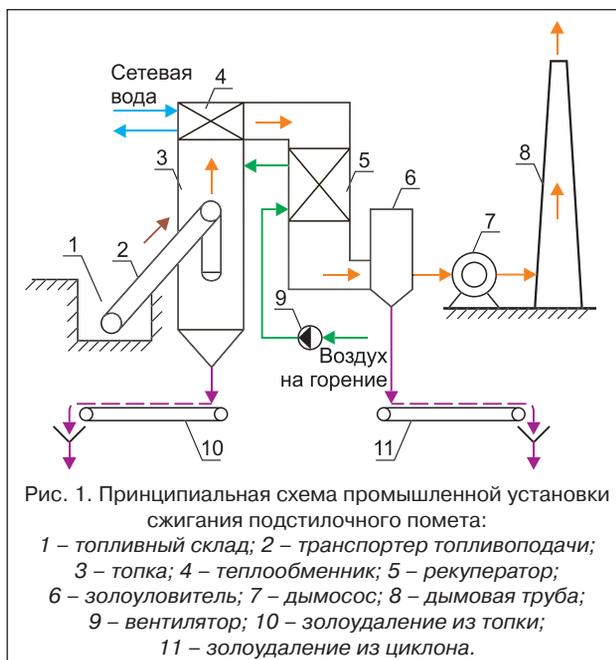


Таблица 1. Результаты анализа проб подстилочного помёта.

Показатели	Значение
Влажность, %	30-40
Зольность, %	10-15
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	380-400
Выход летучих (на горючую массу), %	70-75
Содержание, %:	
– углерода	25-30
– водорода	3-5
– кислорода	15-20
– серы	0,1-0,9
– азота	0,1-0,2



Рис. 2. Внешний вид опытно-промышленной установки с топливным складом.

**Таблица 2.** Результаты испытаний по сжиганию подстилочного помета в котельной установке.

Показатели	Значение
Температура газов, °С:	
– внизу топки	893
– вверху топки	953
– за водяным теплообменником	284
Температура уходящих газов, °С	178
Разрежение газов вверху топки, Па	70
Газовый анализ	
Содержание в уходящих газах*, мг/м <sup>3</sup> :	
– аммиака	2,53
– фенола	0,097
– формальдегида	0,138
– сажи	<1
– взвешенных веществ	21,7
– оксида углерода	26
– двуокиси серы	0
– оксида азота	198
– диоксида азота	1
Тепловой баланс установки	
Потеря тепла, %:	
– с уходящими газами	11,2
– с химическим недожогом	0,02
– с механическим недожогом	0,5
– в окружающую среду	4,5
– со шлаком и золой	0,4
КПД брутто, %	83,4
Расход натурального топлива, кг/ч	433
Удельный расход условного топлива на выработку тепловой энергии, кг у.т./Гкал	171,3
Количество продуктов сгорания (при $\alpha=1,5$ ), нм <sup>3</sup> /кг	5,4
Действительный расход уходящих газов, м <sup>3</sup> /ч	3863

\* Измерения Владимирского филиала ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по ЦФО» (протокол № 26-П/4 от 29.03.2010 г.).

обменник 4, рекуперативный воздухоподогреватель 5, циклонный золоуловитель 6, дымосос 7, дымовая труба 8, вентилятор 9 и раздельные системы золоудаления из топки 10 и золоуловителя 11. Внешний вид установки показан на рис. 2.

В период проведения теплотехнических испытаний (сжигание 56 т подстилочного помета) температура газов на выходе из топки поддерживалась в пределах 900-1000 °С для предотвращения зашлаковывания поверхностей нагрева. При среднечасовом расходе топлива 430 кг/ч ( $Q_{\text{H}}^{\text{p}}=2660$  ккал/кг, влажность – 34%, зольность – 14,5%) полезное тепловосприятие установки (нагрев сетевой воды) составило 1 Гкал/ч, а КПД брутто установки – 83%. Содержание вредных примесей в продуктах сгорания при соблюдении требуемых топочных условий минимально и не



Рис. 3. Топочное устройство.

превышает норм предельно допустимых выбросов. Результаты испытаний по сжиганию подстилочного помета в котельной установке приведены в табл. 2.

Эффективная конструкция слоевой топки с системой многозонного воздушного дутья обеспечила минимальный унос золы (коэффициент уноса  $\alpha_{\text{ун}} \leq 0,3$ ). Объемы золы, выгруженной из топки (рис. 3) и из золоуловителя, находились в соотношении примерно 5:1. Более 93% частиц золы, осажженной в золоуловителе, имели размеры не более 100 мкм, в т.ч. 33% – до 50 мкм.

После завершения теплотехнических испытаний установка была остановлена для ревизии состояния поверхностей нагрева. Несмотря на минимальный унос золы из топки поверхность водяного теплообменника была в значительной степени занесена летучей золой (рис. 4а), которая легко удалялась при обдуве воздухом (рис. 4б). Это говорит о необходимости оснащения котельных агрегатов, сжигающих такое топливо, аппаратами импульсной пневмоочистки поверхностей нагрева. В сочетании с ограничением температуры газов на выходе из топки (не выше 1000 °С) это обеспечит длительное поддержание стабильного КПД котлов.

В рассматриваемой котельной установке также возможно сжигание клеточного помета при достижении конечной влажности не более 50% путем либо предварительного смешения с сухими древесными или растительными отходами, либо предварительной подсушки помета продуктами его же сгорания.



Рис. 4. Поверхность водяного теплообменника:  
 а – после недельной эксплуатации (топливо – подстилочный помет); б – после обдувки воздухом.

Таблица 3. Экономическая эффективность применения подстилочного помета в качестве топлива.

Показатели	Значение показателей при разном количестве сжигаемого подстилочного помета, т/сут.		
	75	150	225
Теплопроизводительность котельной, Гкал/ч	6,4	12,9	19,3
Расход замещающего газа, м <sup>3</sup> /ч	870	1750	2620
Стоимость замещающего газа, млн руб./год*	29,7	59,8	89,5
Капитальные затраты, млн руб.	66	117,5	175,5
Эксплуатационные затраты**, млн руб./год	6,8	10,2	15,3
Общий экономический эффект, млн руб./год	22,9	49,6	74,2
Срок окупаемости капитальных затрат, год	2,9	2,4	2,4

\* В расчетах стоимость природного газа принята с учетом транспортных затрат – 3,9 руб./нм<sup>3</sup>.

\*\* В состав эксплуатационных затрат включены затраты на электроэнергию, реагенты на химводоочистку и персонал.

### Заключение

Результаты тестовых испытаний по сжиганию подстилочного помета птицефабрики показали, что он является эффективным видом топлива, который может сжигаться с минимальными выбросами вредных веществ в атмосферу.

Экономическая эффективность замещения подстилочным пометом натуральных видов топлива на примере природного газа приведена в табл. 3.

Зола, образующаяся при сжигании подстилочного помета, является комплексным фосфорно-калийно-известковым удобрением с повышенным содержанием микроэлементов. Выход золы составляет 10-15% от количества исходного помета. Ее использование в качестве минерального удобрения существенно увеличивает экономическую эффективность использования подстилочного помета в качестве биотоплива в котельных.