

## Подстилочный помёт фабрик — возобновляемое биотопливо

**А. Гарзанов**, АГРО-3

**А. Аваков**, ИЦ «Авелит»

**Ю. Яковлев, Д. Чащин**, завод «Союз»

**И. Малык**, Группа «Черкизово»

Правительство РФ наметило ряд неотложных мер по обеспечению продовольственной безопасности страны. В их числе — увеличение производства мяса птицы. Обратной стороной этого процесса является пропорциональный рост количества отходов, и в первую очередь помёта, который имеет III класс опасности. На открытых площадках он разлагается с выделением токсичных и «парниковых» газов и содержит патогенную микрофлору. Поэтому уровень загрязнения почвы, грунтовых вод и воздуха в ведущих птицеводческих регионах в несколько раз превышает допустимые нормы.

За размещение помёта на открытых полигонах птицефабрики должны платить 497 руб./т (постановление Правительства РФ №344 от 12.07.2003 г.). К примеру, за 150 т/сутки штраф составит 27 млн. руб. в год.

В общем количестве помёта значительную долю составляет подстилочный (ПП). Его переработка методом компостирования в удобрения требует существенных затрат, специально оборудованных больших площадей, длительного времени (30–60 суток) и сопровождается загрязнением атмосферы. Кроме то-

го, в процессе компостирования сохраняется патогенная активность микроорганизмов и снижается питательная ценность ПП как удобрения.

Биогазовая технология переработки в метантенках также требует значительных капитальных вложений, энергозатрат, длительного времени (до 30 суток) и строгого соблюдения технологии метанового сбраживания. На выходе получаются жидкие органические удобрения с влажностью 92–95%, количество которых значительно (в 8–10 раз) больше исходного. Эти удобрения требуют особой технологии и оборудования для концентрирования, затаривания, хранения и т.д.

В то же время ПП является альтернативным возобновляемым биотопливом. Сжигание 1 т позволяет получить до 2 Гкал тепла в виде горячей воды или до 3 т пара на технологические нужды. При этом экономится до 270 м<sup>3</sup> природного газа или до 240 кг жидкого топлива (мазут, печное топливо).

Данная технология не требует обязательной предварительной подготовки сырья (гранулирования, сушки и пр.), что упрощает и удешевляет процесс утилизации. Единственным отходом являются продукты сгорания, причём содержание в них вредных примесей при соблюдении требуемых условий не превышает норм ПДВ.

Зола, образующаяся при сжигании подстилочного помёта, — хорошее комплексное фосфорно-калийно-известковое удобрение с повышенным содержанием микроэлементов и может применяться под различные культуры в сухом виде без дополнительной обработки в дозах от 2 до 10 ц/га в зависимости от вида почв и способа внесения. По опытным данным

одного из подмосковных хозяйств, применение такой золы вместо обычных минеральных удобрений повысило урожайность сельхозкультур на 10–15 процентов. Выход золы составляет 10–15% от количества исходного помёта. Расчётная стоимость 1 т по содержанию питательных веществ (без учёта микроэлементов), по данным ВНИИ органических удобрений РАСХН — 17,5 тыс. рублей.

Этот метод утилизации ПП наиболее быстрый со сроком окупаемости капитальных затрат не более 1,5–2,0 лет.

Результаты тестовых испытаний по сжиганию 56 т подстилочного помёта Петелинской птицефабрики в промышленной установке завода «Союз» тепловой мощностью 1,5 МВт (рис. 1) показали, что он является альтернативным видом биотоплива, которое может сжигаться с минимальным выбросом вредных веществ в атмосферу (по протоколу Владимирского филиала ЦЛАТИ №26-П/4 от 29.03.2010 г. 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/м<sup>3</sup>).

При среднечасовом расходе топлива ~430 кг/ч ( $Q_{HP}=2660$  ккал/кг,  $W^P=34\%$ ,  $A^P=14,5\%$ ) полезное тепловосприятие установившейся (по сетевой воде) составило 1 Гкал/ч (1,2 МВт), а КПД брутто — 83% (при температуре уходящих газов 180°С и коэффициенте избытка воздуха в них 1,5). Конструкция слоевой топки с системой многозонного воздушного дутья обеспечила минимальный унос золы.

Предлагаемая технологическая схема котельной приведена на рисунке 2.

ПП доставляется на топливный склад 1 транспортными средствами птицефабрики. Он оборудуется расходной ёмкостью с «живым» дном. Помёт сбрасывается в неё ковшовым погрузчиком. Ёмкость топливного склада насыпного хранения рассчитана на 2 суток, а расходная — на 8 часов (1 смена).

Далее из расходной ёмкости сырьё подаётся наклонным скребковым транспортом в топку, оснащённую толкателем и планкой для выгрузки золы и шла-



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





ка. Продукты сгорания поступают в паровой котёл-утилизатор, оснащённый водяным экономайзером и воздухоподогревателем. После котла дымовые газы поступают в золоуловитель и затем дымососом удаляются через дымовую трубу в атмосферу.

Зола из топки, котла и золоуловителя непрерывно специальной системой перемещается в зольный склад. В зависимости от требований потребителя она может затариваться в мешки (биг-бэги) или вывозиться к месту использования в насыпном виде в закрытом транспорте.

Подпиточная вода предварительно смягчается в блоке химводоочистки (ХВО), нагревается и деаэрируется в деаэраторе, затем питательным насосом подаётся в водяной экономайзер. Воздух вентилятором нагнетается в воздухоподогреватель, из которого при температуре не менее 200° С и давлении 3,0–3,5 кПа подаётся в топку.

Пар из котла (давление до 1,2 МПа, температура до 190° С) направляется на технологические нужды, в бойлер системы ГВС и через редукционную установку — на собственные нужды котельной в сетевой подогреватель и деаэратор.

Котёл-утилизатор оснащается системами пневмоимпульсной очистки поверхностей нагрева от золовых отложений.

Для котельной, сжигающей 75 т ПП в сутки и имеющей тепловую мощность ~7 Гкал/час (до 10 т/ч пара), необходимо помещение 18×15 м и высотой до 13 м. Оно может быть выполнено из сборных металлоконструкций с сэндвич-панелями на основе минерального базальтового утеплителя толщиной 100–150 мм с пределом огнестойкости 0,75–1,5 час.

Топливный склад должен быть закрытым и неотапливаемым, площадью не менее 300 м<sup>2</sup> (18×18 м) высотой до 6 метров. Он также может выполняться из сборных металлоконструкций с сэндвич-панелями.

Капитальные затраты на создание паровой котельной зависят от количества сжигаемого ПП. Ориентировочные значения этих затрат приведены в таблице 1.

Величина экономической эффективности метода утилизации и срока окупаемости капитальных затрат в зависимости от количества сжигаемого ПП показана в таблице 2. Учитывали замещение подстилочным помётом натурального

Таблица 1

| Показатели                                         | Данные при сжигании ПП, т/сут |       |       |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|
|                                                    | 75                            | 150   | 225   |
| Выработка тепла, Гкал/ч                            | 7                             | 14    | 21    |
| Выработка пара, т/ч                                | 10                            | 20    | 30    |
| Капитальные затраты, млн. руб.                     | 66                            | 117,5 | 175,5 |
| В том числе:                                       |                               |       |       |
| проектно-конструкторские работы                    | 7,5                           | 8,0   | 8,5   |
| оборудование                                       | 35                            | 65    | 105   |
| монтаж оборудования                                | 14                            | 26    | 42    |
| пусконаладочные работы                             | 3,5                           | 6,5   | 10,5  |
| СМР (помещение котельной, топливный склад и т.п.)* | 6                             | 12    | 18    |

\* — Без стоимости земляных, бетонных, изыскательских работ и согласований.

Таблица 2

| Показатели                                                              | Данные при сжигании ПП, т/сут |             |             |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|
|                                                                         | 75                            | 150         | 225         |
| Теплопроизводительность котельной нетто, Гкал/ч (по отпуску тепла, МВт) | 6,4 (7,4)                     | 12,9 (15,0) | 19,3 (22,4) |
| Расход замещающего газа, м <sup>3</sup> /ч                              | 870                           | 1750        | 2620        |
| Годовое количество замещающего газа, тыс. м <sup>3</sup> /год           | 7621                          | 15330       | 22950       |
| Стоимость замещающего газа, млн. руб./год                               | 29,7                          | 59,8        | 89,5        |
| Количество золы, т/год                                                  | 3970                          | 7940        | 11910       |
| Стоимость замещающих минеральных удобрений, млн. руб./год               | 21,8                          | 43,7        | 65,5        |
| Капитальные затраты, млн. руб.                                          | 66,0                          | 117,5       | 175,5       |
| Эксплуатационные затраты*, млн. руб./год                                | 6,8                           | 10,2        | 15,3        |
| Общий экономический эффект, млн. руб./год                               | 51,5                          | 103,5       | 155,0       |
| Срок окупаемости кап. затрат, мес.                                      | 18                            | 15          | 15          |

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

топлива (природного газа) при его стоимости 3,9 руб./м<sup>3</sup>, а золой — минеральных удобрений при их оптовой стоимости 5500 руб./т. В расчёте не учитывали плату за его размещение на полигонах (497 руб./т).

Выполненные для Петелинской птицефабрики (Группа «Черкизово») проектные работы свидетельствуют, что сжигание ПП с выработкой пара и тепла экономически эффективны и быстроокупаемы — не более 15 месяцев.

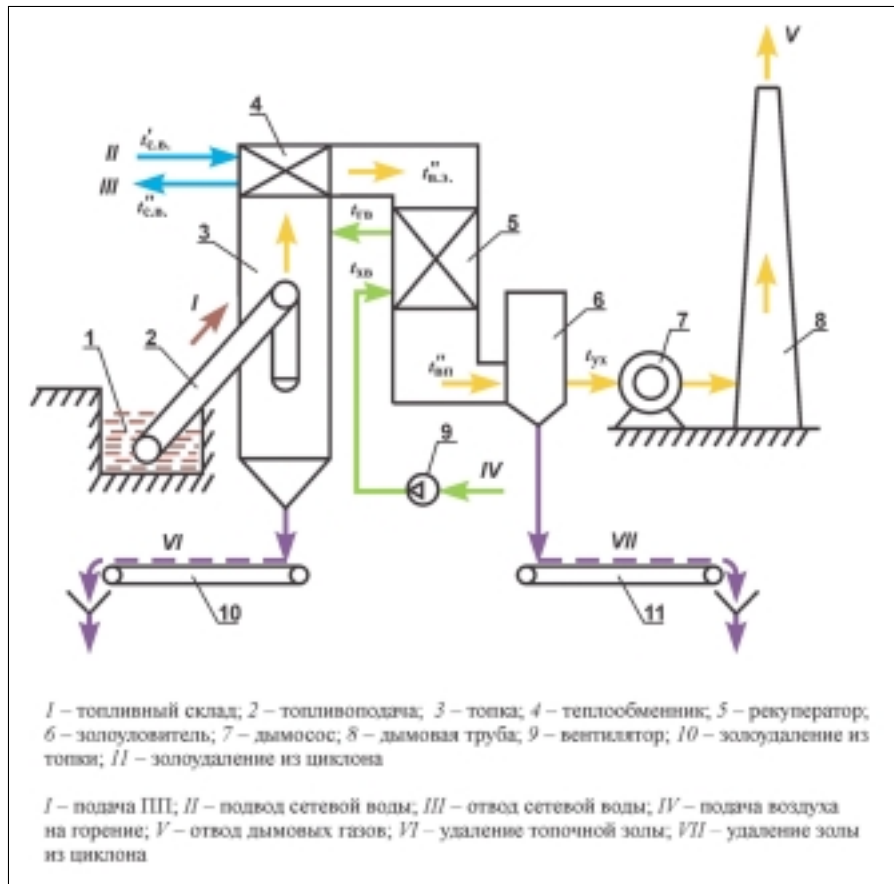


Рис. 2. Принципиальная схема котельной

Производство электроэнергии увеличивает эффективность данного метода утилизации ПП.

Так, при выработке 10 т/ч пара с параметрами 1,4 МПа и 250° С в теплофикационном режиме с нагревом сетевой воды до 80° С (режим ГВС) можно получить примерно 900 кВт·ч электроэнергии, из них до 200 кВт·ч — для котельной, остальное — на нужды птицефабрики. При удельной стоимости паротурбинной установки 30 тыс. руб./кВт общие капитальные затраты возрастут на 27 млн. руб., а экономическая эффективность — примерно на 18 млн. руб./год. Она заметно увеличивается с ростом начальных параметров пара. Величина удельной выработки электроэнергии в паротурбинном цикле в зависимости от начальных и конечных параметров пара приведена в таблице 3.

Составляющие капитальных затрат и экономической эффективности зависят от фактических условий и должны рассчитываться для каждого конкретного случая.

Комплексная выработка тепла на ГВС и отопление, технологического пара и

**Таблица 3**

| Конечные параметры пара и его целевое использование                                       | Удельная выработка электроэнергии при начальных параметрах пара, кВт/т |                                                            |                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                                                           | P <sub>0</sub> = 1,4 МПа (абс.)<br>T <sub>0</sub> = 250° С             | P <sub>0</sub> = 2,5 МПа (абс.)<br>T <sub>0</sub> = 300° С | P <sub>0</sub> = 3,5 МПа (абс.)<br>T <sub>0</sub> = 350° С |
| P <sub>к</sub> = 5÷10 кПа (абс.)<br>конденсационный режим (открытый цикл)                 | 170÷180                                                                | 190÷200                                                    | 220÷230                                                    |
| P <sub>к</sub> = 70÷120 кПа (абс.)<br>теплофикационный режим нагрев сетевой воды до 80° С | 80÷90                                                                  | 100÷110                                                    | 140÷150                                                    |
| P <sub>к</sub> = 250 кПа (абс.)<br>теплофикационный режим нагрев сетевой воды до 115° С   | 40÷50                                                                  | 80÷90                                                      | 120÷130                                                    |
| P <sub>к</sub> = 500 кПа (абс.)<br>теплофикационный режим отпуск пара на технологию       | 15÷20                                                                  | 50÷60                                                      | 90÷100                                                     |

электроэнергии в котельных на подстилочном помёте позволят значительно увеличить независимость птицефабрик от поставщиков энергоресурсов и тарифов на них.

Основные достоинства предлагаемого метода утилизации ПП:

- полная и быстрая ликвидация отходов III класса опасности;
- получение постоянно используемых видов тепловой и/или электрической

энергии и ценного минерального удобрения;

- лёгкая адаптация к существующим системам тепло- и энергоснабжения фабрик.

Возможно также сжигание клеточного помёта при достижении конечной влажности не более 50% путём предварительного смешивания с сухими древесными или растительными отходами либо предварительной подсушки помёта продуктами его сгорания.



## ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**АГРО-3**

ОЧИСТНЫЕ  
СООРУЖЕНИЯ  
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ПО ПЕРЕРАБОТКЕ  
МЯСА, ПТИЦЫ, РЫБЫ

СТРОИТЕЛЬСТВО  
МОДЕРНИЗАЦИЯ  
РЕКОНСТРУКЦИЯ

ПОЛНЫЙ  
КОМПЛЕКС РАБОТ

ГАРАНТИЯ  
ОБУЧЕНИЕ  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ

107553, г. Москва, ул. Б. Черкизовская, д. 26-А, e-mail : os@agro3.ru, www.agro3.ru

т/ф: (495) 721-20-77