

## Технологический комплекс получения удобрений и энергии

Фахреев Н.Н. ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет" ORCID 0000-0002-0975-1682

Зиганшин Б.Г. ФГБОУ ВО "Казанский государственный аграрный университет" ORCID 0000-0002-8250-9403

### Введение.

В действующем технологическом регламенте утилизации птичьего помёта конечным этапом является внесение его на сельхозугодья как органического удобрения.

При отсутствии собственных полей у птицеводческих предприятий возникает острая необходимость в альтернативных методах утилизации ежесуточно образующихся многотоннажных отходов. Согласно Распоряжения Правительства РФ от 01.09.2025 N 2409-Р экологические платежи могут достигать 2177,7 руб./т.

Согласно Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 года N 2398, предприятия с мощностью 2 млн голов и более обязаны применять наилучшие доступные технологии (НДТ).

### Материалы и методы.

Согласно Информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ) № 42-2023 рекомендуется сжигать помёт и таким образом получать тепловую энергию на собственные нужды. Преимуществом данной технологии уничтожение патогенной микрофлоры к недостаткам следует отнести низкая теплотворная способность подстилочного помета не превышающая 2300 ккал/кг, однако в ИТС НДТ № 9-2020 представлен более перспективный метод – газификация при 1000–1200 °C с получением топливного-газа, т.е. смесь СО и Н<sub>2</sub>.

Исследования Токарева Г.Г. показали, что подача дополнительно агента - водяного пара (оптимально 0,4 кг/кг топлива) в зону газификации позволит:

обогатить газ водородом,  
снизить температуру,  
уменьшить шлакообразование и повышает проницаемости шлаковой подушки.

Результаты.

Проведенные расчеты и лабораторные исследования подтверждают теорию многих ученых и на основании тщательного анализа состояния вопроса разработана и защищена патентом на изобретение газификационная установка (патент РФ № 2754911).

Регрессионный анализ выявил влияние трёх ключевых факторов: температура ( $X_1$ ), расход пара ( $X_2$ ), масса подстилочно-помётной массы ( $X_3$ ).

Получено уравнение регрессии:

$$Y = 29,9935 + 44,3139 \cdot X_1 + 0,03244 \cdot X_2 + 11,2251 \cdot X_3,$$

где  $Y$  – калорийность синтез-газа;  $R = 0,9243$ .

Модель подтверждает: Подача водяного пара повышает калорийность до  $\sim 12\ 000$  кДж/кг и улучшает экологические характеристики газа.

Разработанный универсальный технологический процесс газификации, соответствующий требованиям наилучших инженерных решений и пригодный для предприятий любой мощности.

На основе теории и практики предлагается технологический комплекс получения удобрений и энергии представленный на рисунке 1.

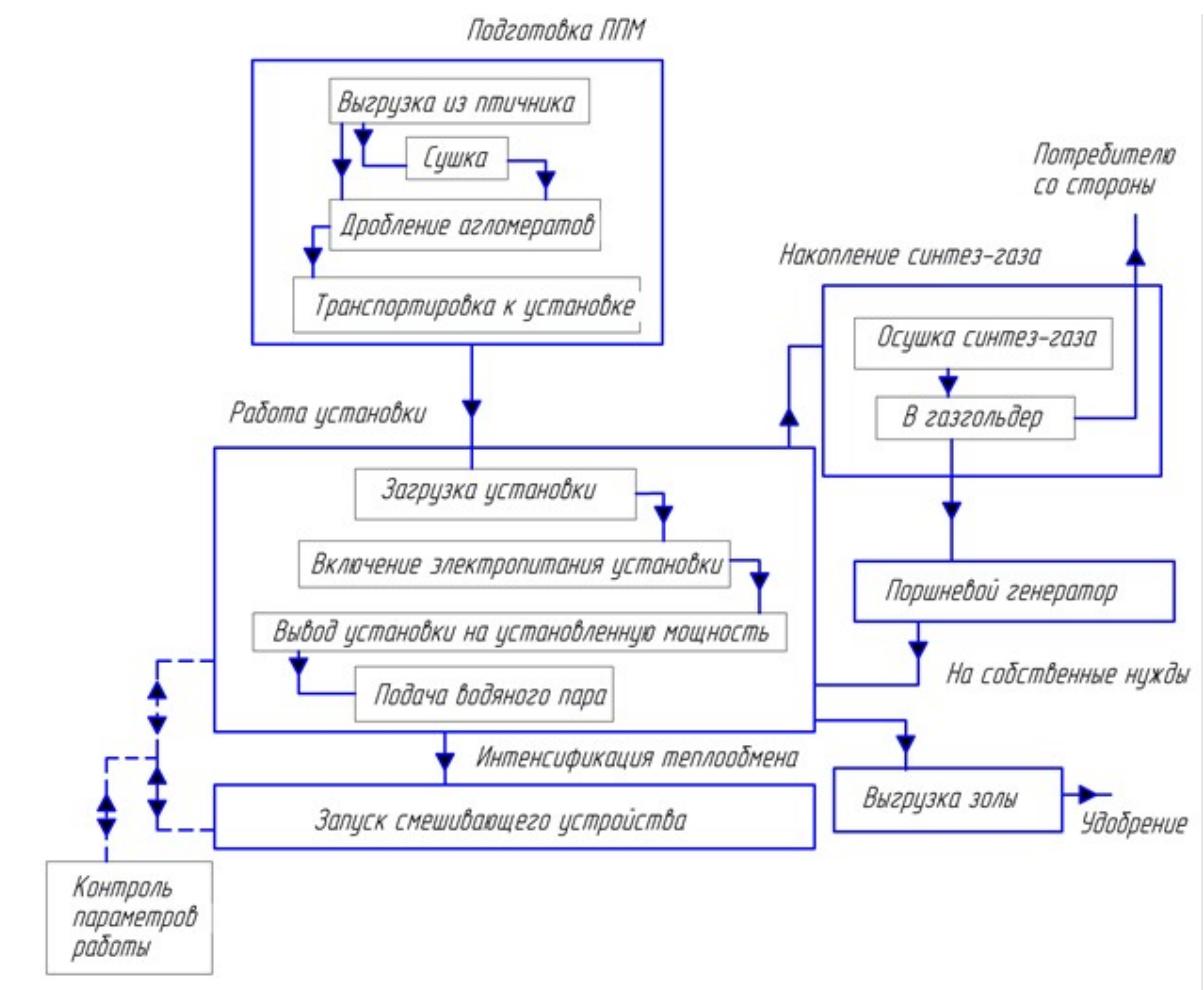


Рисунок 1 – Технологический процесс работы газификационной установки

Внедрение требует умеренных инвестиций со сроком окупаемости до 3 лет.

При этом процесс позволяет трансформировать отходы в ценное топливо (газ) и остаточные удобрения, обеспечивая комплексную утилизацию с энергетическим и агрохимическим эффектом.