

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫМИ УСТАНОВКАМИ

**Ильин С.А.**

Магистрант ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» «Институт химических технологий и инжиниринга» Филиал ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Стерлитамаке, [ser\\_ilin@mail.ru](mailto:ser_ilin@mail.ru)

**Аннотация:** Предоставлен алгоритм разработки модели нейронной сети для газогенераторных установок. Сбор данных о газогенераторных установках, включая входные переменные, такие как нагрузка, расход топлива и условия эксплуатации, а также выходные переменные, такие как выходная мощность, выбросы и КПД. Данные должны быть репрезентативными для диапазона условий эксплуатации, с которыми может столкнуться генератор. Предварительная обработка данных: Предварительная обработка данных, чтобы убедиться, что они находятся в подходящем формате для обучения нейронной сети. Это может включать нормализацию, масштабирование и разделение данных на обучающие, валидационные и тестовые наборы.

**Ключевые слова:** нейронная сеть, алгоритм разработки, генератор, нагрузка.

## ГАЗ ГЕНЕРАТОРУН БАШКАРУУ ТУТУМУ ОРНОТУУЛАР

**Ильин С.А.**

"Уфа мемлекеттік мұнай техникалық университетіне" ФГБОУ магистранты "химиялық технологиялар және инжиниринг институты" ФГБОУ-ның Стерлитамак қаласындағы УГНТУ филиалы, [ser\\_ilin@mail.ru](mailto:ser_ilin@mail.ru)

**Аннотация:** газ генераторлору үчүн Нейрондук тармак моделин иштеп чыгуу алгоритми берилген жүк, күйүүчү майдын чыгымы жана иштөө шарттары сыяктуу кириш өзгөрмөлөрүн, ошондой эле кубаттуулук, эмиссия жана эффективдүүлүк сыяктуу чыгуучу өзгөрмөлөрдү камтыган газ генераторлору жөнүндө маалыматтарды чогултуу. Маалыматтар генератор туш болушу мүмкүн болгон иштөө шарттарынын диапазонун чагылдырышы керек. Берилиштерди иштеп чыгуу: нейрон тармагын окутуу үчүн ылайыктуу форматта экенине ынануу үчүн маалыматтарды алдын ала иштеп чыгуу. Бул нормалдаштыруу, масштабдоо жана маалыматтарды окутуу, текшерүү жана тест топтомдоруна бөлүүнү камтышы мүмкүн.

**Ачкыч сөздөр:** нейрон тармагы, иштеп чыгуу алгоритми, генератор, жүк.

## GAS GENERATOR CONTROL SYSTEM INSTALLATIONS

**Ilin S.A.**

Undergraduate student of the Ufa State Petroleum Technical University Institute of Chemical Technologies and Engineering Branch of the USPTU in Sterlitamak, [ser\\_ilin@mail.ru](mailto:ser_ilin@mail.ru)

**Abstract:** An algorithm is provided for developing a neural network model for gas generator sets. Collecting data on gas generator sets, including input variables such as load, fuel consumption and operating conditions, as well as output variables such as output power, emissions and efficiency.

*The data should be representative of the range of operating conditions that the generator may encounter. Data pre-processing: Pre-processing data to make sure it is in a suitable format for neural network training. This may include normalization, scaling, and splitting the data into training, validation, and test sets.*

**Keywords:** *neural network, development algorithm, generator, load.*

**Введение:** Во всем мире признано, что если набранные темпы использования энергии сохранятся, то имеющихся ресурсов угля, нефти, газа хватит примерно на 100-150 лет. Таким образом, поиск альтернативных видов энергии (АВЭ) становится приоритетной задачей ученых всего мира.

Среди альтернативных видов энергии наиболее эффективный – сжатый газ, получаемый в результате пиролиза любых горючих материалов (древесина, солома, пластмасса и т.д.) в различных газогенераторных установках, что объясняется дешевизной данных установок и доступностью сырья. При этом сам процесс получения газа одновременно является одним из способов переработки и утилизации большинства горючих отходов.

Газогенераторные установки представляют собой энергетические системы, которые используют двигатели внутреннего сгорания для преобразования топлива в электрическую энергию. Эти генераторные установки широко используются в различных отраслях промышленности, включая коммерческое и жилое применение, в качестве резервного источника питания или в качестве аварийного источника питания в случае отключения электроэнергии.

Работа газогенераторных установок включает преобразование топлива в механическую энергию, которая затем преобразуется в электрическую энергию генератором переменного тока. Использование газогенераторных установок с годами расширилось благодаря их универсальности, надежности и эффективности, что делает их важнейшим компонентом в обеспечении непрерывной подачи электроэнергии.

С развитием технологий газогенераторные установки становятся все более совершенными, включая передовые системы управления для оптимизации их производительности и экономичности. Это привело к значительному снижению эксплуатационных расходов и повышению общей надежности этих энергосистем.

**Актуальность темы и постановка задач:** В печах промышленных предприятий и тепловых электростанций сжигание нефти, природного газа или твердого топлива приводит к образованию горячего дымового газа. Этот газ должен быть немедленно использован, например, для нагрева воды и получения пара или для питания других тепловых процессов, поскольку его нельзя хранить или транспортировать на большие расстояния без охлаждения. Как только его тепловой потенциал использован, горячий газ выбрасывается в окружающую среду через дымоходы.

С другой стороны, газификация древесины или угля приводит к получению горючего газа, который можно хранить и транспортировать на большие расстояния. Кроме того, этот газ легко очищается от вредных примесей, таких как соединения серы, и может использоваться как в качестве топлива, так и в качестве химического сырья для различных синтезов. Существует два основных метода переработки твердого топлива: сжигание и газификация. Сжигание осуществляется с избытком кислорода, в то время как газификация осуществляется при недостатке кислорода и избытке углерода.

В случае сжигания образующийся дымовой газ содержит углекислый газ, азот из воздушного потока, избыток кислорода и диоксид серы. Газ, получаемый при газификации угля, более разнообразен и варьируется в зависимости от условий процесса газификации (таких как давление, температура и концентрация кислорода). В случае газификации при недостатке кислорода сера из топлива превращается в сероводород. В то время как состав дымовых газов относительно постоянен, состав газа, получаемого в результате газификации твердого топлива, может значительно варьироваться.

Очистка дымовых газов от оксидов азота и серы является сложной задачей и дорогостоящей с точки зрения энергии и материалов. С другой стороны, очистка генераторных газов от сероводорода и пылевидных примесей хорошо зарекомендовала себя и относительно экономична при практически полном отсутствии оксидов азота. Этот процесс очистки необходим для дальнейшего использования газов в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания, для предотвращения возникновения разрушительных кислотных дождей из-за дымовых выбросов и для получения серы, необходимой для национальной экономики. Таким образом, технология, используемая для переработки древесины и угля, может иметь либо вредные для окружающей среды, либо безвредные для окружающей среды результаты.

**Результаты исследования и рекомендации:** Газогенераторы, использующие технологию плотного слоя, очень чувствительны к составу газифицируемого топлива. Газифицированное топливо должно иметь одинаковые размеры частиц для достижения оптимальной производительности. Оптимальный состав зависит от конструкции колосниковой решетки и типа генератора. Например, генераторы атмосферного газа имеют предпочтительный диапазон размеров частиц 25-50 мм с максимальным содержанием мелких частиц 12%. Другим вариантом могут быть частицы размером от 50 до 100 мм, причем мелкие частицы не превышают 15% от общего объема топлива. Для получения однородного состава топлива древесину обрабатывают на специальных установках для измельчения с получением древесной щепы.

Утилизация тепла выхлопных газов

Перед установкой рекуператоров тепла крайне важно определить потенциальных потребителей тепла. Это включает в себя определение расхода и стоимости воды и воздуха, а также максимальной температуры, которой они могут достичь в теплообменниках. Возможными потребителями могут быть котельная, система теплоснабжения или внешние организации. Выбор теплообменника должен основываться не на мощности котлов, а на наличии реальных потребителей тепла, таких как нагрев исходной воды, нагрев химически очищенной воды, нагрев дутьевого воздуха, горячее водоснабжение, нагрев обратной воды, потребности технологического предприятия, теплоснабжение теплиц и тепличных ферм, воздушное отопление для складов, тепловые завесы и размораживание на твердом топливе.

Использование тепла от дымовых газов котла зависит от конкретного источника тепла, наличия потенциала дымовых газов, потребителей тепла, типа топлива и состава дымовых газов, который определяет их коррозионную стойкость к оборудованию котла.

За счет использования рекуператоров тепла повышается эффективность котельных, снижается расход топлива и, в свою очередь, сокращаются вредные выбросы в атмосферу.

#### Автоматизация подачи топлива в GSU

Чтобы облегчить нагрузку по ручной заправке топлива, можно использовать автоматические устройства для сжигания топлива (АТА). АТА непрерывно подает топливо в печь по мере ее горения. Наиболее подходящим топливом для такого типа систем является мелкая древесная щепа (5-50 мм) или гранулированные опилки (пеллеты).

АТА состоит из двух блоков: котла с топкой и кочегарной горелки. Горелка stoker включает в себя металлический бункер объемом 0,5-1 м<sup>3</sup>, который может быть увеличен до любого размера, и прикреплен к шнековому транспортеру топливной щепы. Затем топливная стружка подается в горелочное устройство с выдувным вентилятором. Бункер способен поддерживать автоматическую работу котельной в течение одного дня, а некоторые системы могут работать непрерывно в течение 2-5 дней или даже двух недель.

Температура воды на выходе из котла контролируется термостатом. Если температура опускается на 5 °С ниже установленного значения, электродвигатель шнека включается на несколько секунд для подачи порции топлива в горелочное устройство, где поддерживается тлеющий заряд. Затем выдувной вентилятор нагнетает воздух в горелочное устройство, в результате чего температура воды в котле повышается. Когда он достигает верхнего предела, автоматика выключает вентилятор.

Чтобы предотвратить попадание огня в бункер, АТА оснащен двумя системами безопасности. Первый контролирует температуру корпуса подающего шнека, и когда она достигает 40-45°C, вентилятор обдува и подача топлива отключаются. Вторая система представляет собой механизм автоматического пожаротушения, который заливает подающий шнек и горелочное устройство водой при температуре корпуса 70-80°C.4) Использование в качестве топлива древесины с влажностью менее 15%

Как показали экспериментальные исследования, из всех свойств древесины наиболее сильно на процесс сжигания топлива влияет влажность.

Если топливо практически сухое (влажность менее 15%), то не придется тратить дополнительную энергию на удаление влаги из древесины. Это позволит увеличить теплоту сгорания, за счет повышения процентного содержания горючих компонентов получаемого древесного газа. Состав горячей части древесного газа незначительно изменяет при влажности менее 15% и обладает теплотворной способностью 6000 ккал/м<sup>3</sup>.

Равномерная подача как первичного, так и вторичного воздуха в камеры сгорания газогенератора имеет решающее значение для эффективного сжигания и снижения образования золы и угля. Для достижения равномерной подачи первичного воздуха форсунки расположены по периметру камеры сгорания, и их количество определяется размером камеры.

Подача вторичного воздуха требует более сложного подхода, и наиболее эффективным методом считается нагнетание воздуха в щелевидные отверстия на решетке. Количество форсунок для подачи вторичного воздуха определяется конструкцией решетки.

Для твердотопливного котла использование накопительного бака может значительно повысить топливную экономичность, уменьшить количество сажи и обеспечить более чистые дымовые газы. Резервуар для хранения должен быть теплоизолирован и иметь объем не менее 500 литров. Когда топливо сгорает и выделяет много тепла, накопительный бак забирает горячую воду из котла. Когда топливо сгорает и котел остывает, вода в накопительном баке используется для поддержания равномерной температуры в котле и системе отопления.

Это не только обеспечивает лучшие условия для сжигания топлива, но и снижает частоту нагрева котла, тем самым экономя топливо.

Накопительный бак может быть подключен к котлу двумя способами: непосредственно без запорных клапанов или через управляемый байпасный контур с принудительной циркуляцией.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. **Ковернинский И. Н.** Основы технологии химической переработки древесины / Рытенко В.С., Кондратьева Н.Н., Кознова О.А., Изд-во "Лесная промышленность", 1984, 183 с.: ил.
2. **Алтишулер В.С.** Современное состояние и развитие технологии газификации твердого топлива // *Химическая технология*. – 1985.- №1.- с.309-314.
3. **Гусев Ю. Л.** Основы проектирования котельных установок [Текст] / - Гусев Ю. Л.М., Стройиздат, 1973. 248 с.
4. **Зорина Г.И.** Современные тенденции развития технологии газификации твердого топлива. // *Химия твердого топлива*. - 1986.- №3.-с.82- 93.
5. **Славянский А. К.** Химическая технология древесины / Шарков В.И., Ливеровский А.А., Буевской А.В., ГОСЛЕБУМИЗДАТ, Москва 1962, 577 с.: ил..
6. **Токарев Г. Г.** Газогенераторные автомобили / Соловьев Н.С., Гос. Изд-во машиностроительной литературы, 1955, 204 с.: ил.
7. **Эстеркин Р. И.** Котельные установки. (Курсовое и дипломное проектирование) [Текст] / Эстеркин Р. И. – Л.: Энергоатомиздат, 1989- – 227 с.: ил..
8. **Ильковский К.К., Малоземов А.А.** 2006г. *Преимущества использования газогенераторных установок в производстве электроэнергии*" (Источник: [elibrary.ru](http://elibrary.ru))
9. **Соколов А.В** 2012г. *"Анализ рынка генераторных установок на природном газе, тенденции и прогноз до 2025 года"* (Источник: [elibrary.ru](http://elibrary.ru))
10. **Дорофеев А.А.** 2013г. *"Понимание характеристик газогенераторных установок"* (Источник: [elibrary.ru](http://elibrary.ru))
11. **Козлова Д.Т.** 1995г. *"Советы по техническому обслуживанию газогенераторных установок"* (Источник: [elibrary.ru](http://elibrary.ru))

**РЕЦЕНЗЕНТ: КУЛАКОВА ЕКАТЕРИНА СЕРГЕЕВНА, доктор технических наук, Доцент кафедры «Автоматизированные технологические и информационные системы», Института химических технологий и инжиниринга УГНТУ**