

Проведенный анализ динамических свойств установки КС показал, что по каналам связи «загрузка – температура в слое», «влажность материала – температура в слое» установка КС может быть описана апериодическими звеньями 1-го порядка. Эти динамические характеристики могут быть использованы для синтеза системы управления процессом сушки, инвариантной к указанным возмущениям.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кузьміцкі, І.Ф. Аўтаматызацыя хімічна-тэхналагічных працэсаў і вытворчасцяў. І.Ф. Кузьміцкі, В.П. Кобрынец. – Мн.: БДТУ, 2004. – 232 с.
- 2 Головков, Б.Ю. Системы и средства автоматизации обогатительных фабрик. Б.Ю. Головков, Л.А. Рейбман, Г.Т. Колмаков. – М.: Наука, 1990. – 232 с.

УДК 620.9(476)

СТРУКТУРНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Клинцова В.Ф.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Энергетический переход – значительное структурное изменение топливно – энергетического комплекса (ТЭК) страны под влиянием научно-технического прогресса при существующих вызовах экологической, энергетической и экономической безопасности страны. В ходе энергоперехода увеличивается доля новых первичных источников энергии, вовлечение их в энергосистему страны, постепенное снижение старых источников в общем объеме энергопотребления.

Основными направлениями современного энергоперехода являются:

- экологичность;
- энергоэффективность;
- децентрализация;
- цифровизация;

При современном энергопереходе доминирует экологический показатель, ежегодно только в агропромышленном комплексе Республики Беларусь образуется около 70 млн тонн отходов которые требуется очистить и переработать.

Частичный технологический переход отечественной энергетики от генерации на основе ископаемых видов топлива, доминантом выступает закупочный природный газ к возобновляемым энергоресурсам формирует новые тренды, требующее больших финансовых вложений, наукоемких и высокотехнологичных разработок, особенно важных для энергетической отрасли.

Из большого комплекса направлений и способов снижения зависимости от углеродного топлива возможно отметить наиболее значимые. В связи с тем, что ТЭК страны базируется на использовании органических видов топлива, требуется активная трансформация технологий снижения углеродного следа, с созданием климатически нейтральных электростанций и установок без существенных выбросов парниковых газов в атмосферу за счет повышения энергоэффективности, новых технологий и утилизации парниковых газов.

Приоритетное развитие получают мероприятия по переходу на энергосберегающие технологии, на эффективное использование вторичных энергоресурсов, на применение когенерации и тригенерации, возобновляемых источников энергии.

Значительным потенциалом обладают биогазовая генерация, которая становится из наиболее интересных и перспективных отраслей. Данная технология является из наиболее перспективных направлений в сфере возобновляемых источников энергии, поскольку решает сразу энергетическую и экологическую проблему – проблему утилизации отходов. Ввиду

особенностей технологического процесса биогазовой установки рекомендуется размещать их на крупных агропромышленных комплексах, где существуют условия для полного экологического цикла переработки отходов и нет недостатка в сырье.

Преобразуя навоз, биомассу и органические отходы в удобрение, биогазовые комплексы производят одновременно электрическую и тепловую энергию. Их внедрение повышает культуру производства на животноводческих комплексах и фермах, решает комплекс экологических проблем. Следует отметить, что энергетический потенциал биогаза составляет около 23% суммарного эффекта от его использования. Около 31% приходится на эффект использования получаемых при этом качественных удобрений, 46% – это экологический эффект, то есть более чистая окружающая среда.

В процессе термофильной обработки органических отходов образуются экологически чистые органические удобрения. Одна тона таких удобрений по своему эффекту на растение эквивалентна 80-100 т исходного навоза, 1м³ биогаза эквивалентен 0,6 м³ природного газа, 0,7 литра мазута, 0,4 л бензина, 3,5 кг дров. [1]

Наглядным показателем при оценке энергоперехода служит коэффициент энергетического возврата на единицу затраченной энергии (EROI). Дотируемые для своего развития ВИЭ до настоящего времени имеют значения EROI ниже энергоэкономического порога. Практически коэффициент EROI на порядок выше у газовой по сравнению с ВИЭ.

При существующих небольших значениях EROI процессы получения биогаза и последующего его использования будут менее эффективными по сравнению с ГЭС или АЭС, на которых EROI значительно выше. В соответствии с этим, выстраивание энергетики преимущественно на ВИЭ есть решение, которое может привести к энергетическим проблемам и постепенной деградации (при отсутствии прогресса в создании более эффективных технологий в этой области).

Вместе с тем, тенденции к увеличению значений EROI альтернативных источников энергии и снижению значений EROI энергетики на органических видах топлива за счет более сложных условий логистики, закупочных цен, экологичности позволяют спрогнозировать перспективность альтернативных решений (гибридных энергоустановок с использованием биогазовых технологий). В качестве критериев эффективности биоэнергоустановок используются, экологические, энергетические, экономические показатели]. Эффективность энергокомплексов (ЭК) с использованием биогазовых установок чаще выполняется, как более достоверная, с учетом жизненного цикла, воздействия его на окружающую среду и нормированной (выравненной) стоимости генерации энергии.

Выравненная стоимость электрогенерации (Levelized Cost of electricity (LCOE)) для ЭК

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Cap_t + N_t + B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}},$$

где t – время службы ЭК (количество полных лет); Cap – инвестиционные затраты в год (руб/год); N_t – операционные затраты и затраты на содержание в год (руб); B_t – затраты на топливо в год (руб); E_t – производство электроэнергии в год; r – ставка рефинансирования; n – жизненный цикл ЭК, лет.

В выравненную стоимость электроэнергии включаются также издержки, связанные с мероприятиями по снижению выбросов и оплатой загрязнения окружающей среды. [2]

Многообразие вышеперечисленных критериев позволяет более обоснованно и комплексно подходить к выбору приоритетов развития систем и энергокомплексов энергетической отрасли. Из условий обеспечения экологической, энергетической, экономической безопасности страны, формируются направления энергоперехода с учетом

сложившейся инфраструктуры энергетики, климата, экологических показателей и научно-технических достижений.

Литература

1. Портал изданий отделения аграрных наук Национальной академии наук Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://econagro.belal.by/> 27.09.2024
2. Международный Конгресс «Энергосбережение и энергоэффективность» IT Технологии. Энергосбережение. Экология. Санкт-Петербург 2023/ При поддержке и участии государственных структур и общественных профессиональных объединений – Санкт-Петербург 2023 – с.22

УДК 652.52

ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ В БАРАБАННЫХ СУШИЛКАХ

Кобринец В.П., к.т.н., доцент, **Барашко О.Г.**, к.т.н., доцент

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Процесс сушки концентрата КС1 в условиях ОАО «Беларуськалий» производится в барабанной сушилке, которая состоит из трех основных частей: топки, в которой происходит сгорание топлива (газа) за счет подачи первичного воздуха, смесительной камеры, в которой смешиваются подаваемые в неё топочные газы и вторичный воздух, и формируется теплоноситель с определенной температурой и влагосодержанием; сушильного барабана, где теплоноситель, взаимодействуя с высушиваемым материалом, отнимает у него влагу.

Основные цели системы управления процессом сушки материала в барабанной сушилке: поддержание желаемого качества высушенного продукта, независимо от возмущения в процессе сушки и колебания подачи питания; максимизация пропускной способности при оптимальной энергетической эффективности и минимуме затрат; избежание пересушки и недосушки; стабилизация процесса сушки; оптимизация производительности процесса сушки.

Для решения данных задач необходима разработка математической модели данного процесса сушки с учетом химико-технологических процессов, происходящих в нем и конструктивных особенностей барабанной сушилки.

Процессы тепло- и массообмена (влагообмена) в барабанной сушилке зависят от ее конструктивных характеристик (размеров, числа и профиля лопаток и т. д.), а также от технологических параметров (числа оборотов барабана, угла наклона аппарата, расхода, температуры и влагосодержания воздуха и материала на входе в сушилку). При определении динамических свойств данного аппарата естественно считать его конструктивные характеристики неизменными. Таким образом, в качестве возмущающих воздействий (входных величин) принимаем изменения расхода, температуры и влагосодержания материала и воздуха на входе в сушилку.

При составлении математической модели барабанной сушилки сделаем следующие допущения:

1. Теплоемкости материала, влаги (воды) и барабана и коэффициенты теплоотдачи от воздуха к материалу и барабану постоянны по длине и в поперечном сечении сушилки, а также во времени;
2. Температура и влагосодержание материала распределены по длине аппарата и сосредоточены в его поперечном сечении (одномерная задача), так как при вращении барабана материал хорошо смешивается;
3. Поперечное сечение слоя материала, находящегося на лопастях барабана, значительно меньше его длины, а скорость воздуха намного больше скорости перемещения