

Уважаемая комиссия, вашему вниманию предлагается работа, посвященная разработке «АС безопасного стратегического управления процессом синтеза аммиака».

Опасные производственные объекты и процессы представляют несомненную сложность с позиций управления и разработки полностью детерминированных моделей управления из-за большого числа факторов, трудно поддающихся учету и регулированию.

Реализация концепции “приемлемого риска” может быть осуществлена путем создания автоматизированных систем безопасного управления, которые позволяют решать задачу управления таким образом, чтобы риск снижался до уровня приемлемого, либо решать задачу минимизации ущерба в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

В настоящее время разработано большое количество автоматических систем управления технологическим процессом. Существенным недостатком данных системы является отсутствие возможности альтернативного управления ходом технологического процесса во внештатных ситуациях.

Разрабатываемая подсистема предназначена для безопасного управления критическими ситуациями процесса синтеза аммиака и позволяет осуществлять второй контур управления во избежание необоснованных остановок производства в предаварийных ситуациях за счет оперативного контроля и автоматизированного управления.

Подсистема управления критическими ситуациями процесса синтеза аммиака позволяет осуществлять:

1. Сбор и хранение данных о ходе технологического процесса синтеза аммиака;
2. Анализ параметров технологического процесса синтеза аммиака;
3. Диагностика комплекса технических средств системы и технологического оборудования;
4. Выдача рекомендаций в условиях предаварийной и аварийной ситуациях.

Результатом внедрения АСУ ТП «Синтез аммиака» является модификация существующего АСУ ТП путем добавления дополнительного, многофункционального контура интеллектуального управления в нештатных ситуациях процессом синтеза аммиака.

Все функции системы должны быть реализованы следующими подсистемами:

1. Подсистема обработки данных технологического процесса синтеза аммиака реализует следующие функции:

- сбор данных;
- хранение данных;
- добавление данных.

2. Подсистема анализа данных реализует следующие функции:

- идентификация опасного производственного объекта (ОПО);
- сравнение полученных данных о ходе технологического процесса с нормативными значениями;
- формирование сообщений об отклонениях параметров от нормативных значений;
- формирование решений по управлению в текущей ситуации;
- выдача рекомендаций по управлению технологическим процессом
- сохранение результатов обработки данных, т.е. сохранение параметров, вышедших из нормы, и способа их регулирования.

Программа будет функционировать в режиме реального времени.

Работа пользователя с программой будет происходить в диалоговом режиме.

Входными данными являются данные о ходе технологического процесса и показатели работоспособности технологического оборудования процесса синтеза аммиака. Выходными данными являются сообщения об отклонениях параметров

от нормы и рекомендации по предотвращению и устранению предаварийных и аварийных ситуациях

При разработке АС «Синтез аммиака» будет использоваться генетический алгоритм. Рассмотрим алгоритм данной модели

Генетические алгоритмы имитируют эволюционный процесс приближения к оптимальному результату, начиная с некоторого исходного поколения структур, представленных экземплярами хромосом. Этот процесс в базовом ГА является вложенным циклическим вычислительным процессом. Внешний цикл имитирует смену поколений. Во внутреннем цикле формируются члены очередного поколения.

Члены исходного поколения выбираются в случайные отрезки времени. При этом для каждого гена задана область определения, в виде интервала $[x_{\min i}, x_{\max i}]$ или множества значений генов, и эти значения выбираются с равной вероятностью в пределах области определения.

Так как реализуется дискретное управление, процедура принятия решения инициируется в определенные дискретные моменты времени t .

Результатом каждого очередного витка внешнего цикла является новое поколение, о качестве которого судят по экземпляру хромосомы с лучшим значением функции полезности $F(X)$.

Характер приближения к экстремуму обычно таков, что на начальных витках внешнего цикла скорость улучшения целевой функции довольно значительная, но по мере приближения к экстремуму она замедляется и может наступить прекращение улучшения целевой функции на некотором удалении от экстремальной точки. Это явление называют стагнацией. Обычно оно происходит из-за вырождения популяции - потери разнообразия генного материала. Поиск прекращают по исчерпанию лимита отведенного времени на решение задачи либо при появлении признаков стагнации, о чем свидетельствует прекращение улучшения целевой функции, наблюдаемое на протяжении нескольких десятков смен поколений.

Во внутреннем цикле ГА выполняются генетические операторы в следующей последовательности - выбор родителей, кроссовер, мутация, формирование нового поколения.

Выбор пары членов популяции в качестве родителей производится случайным образом среди членов данного поколения. При этом вероятность выбора экземпляров в качестве родителей зависит от значений их функции полезности, т.е. чем лучше значение целевой функции, тем выше должна быть вероятность выбора.

В ГА выбор родителей выполняется в соответствии с правилом, называемым правилом рулетки: вероятность P_k выбора k -го члена популяции в качестве родителя определяется как отношение полезности данного члена к суммарной полезности всех членов популяции. Если целевая функция минимизируется, то

$$P_k = (F_{\max} - F_k) / \sum_{i=1}^{N_{\text{pop}}} (F_{\max} - F_i)$$

где F_k - функция полезности k -го экземпляра, $F_{\max}$ - максимальное (наихудшее) значение функции полезности среди членов данного поколения, N_{pop} – размер популяции (число хромосом в текущем поколении).

Порождение новых экземпляров хромосом происходит в процессе кроссовера (скрещивания) родительских пар. Кроссовер заключается в разрыве двух выбранных родительских хромосом и рекомбинации образовавшихся хромосомных отрезков, что дает пару хромосом потомков.

Мутации, т.е. случайные изменения некоторых аллелей, предназначены для расширения пространства поиска. Без мутаций генный материал определяется случайным выбором аллелей при формировании исходного поколения и с высокой вероятностью часть аллелей, составляющих оптимальную хромосому, может оказаться вне доступной части пространства. Например, если в некотором гене в хромосомах начальной популяции оказались сгенерированными только четные числа, то при выполнении операторов

кроссовера или селекции нечетные значения появиться не могут. Мутации устраняют этот недостаток. В базовом ГА мутация каждого гена происходит с заданной вероятностью P_m , эта вероятность обычно выбирается достаточно малой (сотые-тысячные доли).

При мутациях значение гена выбирается случайным образом среди множества возможных значений.

Отбор членов в новое поколение (иногда называемый селекцией) производится среди потомков, полученных в результате кроссовера и мутаций в данном поколении. В базовом ГА в новое поколение включается лучший из двух потомков, порожденных после кроссовера. Внутренний цикл заканчивается, когда окажется сформированным новое поколение, т.е. в нем окажется N_{pop} членов.

Метод «поведения толпы»

В алгоритмах PSO имитируется поведение множества агентов, стремящихся согласовать свое состояние с состоянием наилучшего агента. Положение j -го агента описывается вектором $X_j=(x_{j1},x_{j2},\dots,x_{jn})$, где x_{ji} – j -й параметр i -го агента, а состояние i -го агента характеризуется значением целевой функции $Y_i=F(X_j)$. Согласование происходит в многошаговом процессе путем корректировки на каждом шаге вектора X_j с учетом положения X_{gl} наилучшего агента, собственного наилучшего положения X_j^* на траектории предыдущего перемещения j -го агента в пространстве параметров и фактора случайности.

Базовый алгоритм в данной задаче заключается в итерационном вычислении значений X_j по формулам:

$$V_j := a_1 V_j + a_2(X_{gl} - X_j) + a_3 (X_j^* - X_j), \quad (3.1)$$

$$X_j := X_j + V_j;$$

где V_j – вектор корректировок j -го агента, a_1 – коэффициент инерционности в поведении агентов, a_2 , a_3 – случайные коэффициенты, параметры распределения которых подбираются экспериментально.

В отличие от задач непрерывной оптимизации в задаче ДМП пространство параметров может быть неметризовано и тогда формула (3.1)

оказывается неприменимой. Однако использование идей PSO становится возможным, благодаря следующему способу выбора дискретных значений генов: ген x_{ji} в формируемой хромосоме X_j выбирается равным i -му гену одной из хромосом-родителей. Выбор конкретного родителя происходит случайным образом. В качестве хромосомы-родителя могут выступать или наилучшая хромосома X_{gl} всей популяции, или хромосома X_j^* , наилучшая среди хромосом с номером j всех предшествующих поколений, или j -я хромосома X_j предыдущего поколения. Соответствующие вероятности p_1 , p_2 , p_3 выбора каждого из этих вариантов подбираются экспериментально. Кроме того, добавляется вариант случайного выбора значения x_{ji} с вероятностью p_4 .

Информационное обеспечение системы состоит из 3 массивов данных:

В качестве среды программирования была выбрана Delphi 7. Данный язык создает программы для операционной системы Windows, обеспечивает полную поддержку всех возможностей предоставляемых системой.

В заключение хотелось бы сказать, что

Результатом внедрения АС «Синтез аммиака» будет является стабильная работа агрегата производства аммиака в автоматизированном режиме с минимальным вмешательством персонала в управление процессом.