

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА УДОБРЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ВИДЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СЕТИ ПЕТРИ

Азимов Ю.И.

профессор кафедры экономико-математического моделирования
Института управления, экономики и финансов К(П)ФУ, доктор. технич. наук,
Россия, г. Казань

Савдур С.Н.

ассистент кафедры экономико-математического моделирования
Института управления, экономики и финансов К(П)ФУ, канд. технич. наук,
Россия, г. Казань

Рассматривается технологический модуль производства удобрений сельскохозяйственных предприятий. Показана целесообразность использования математического аппарата теории сетей Петри при моделировании и проектировании данного технологического модуля. Построена модель в виде модифицированной сети Петри и на ее основе разработан программный комплекс системы управления производством удобрений сельскохозяйственных предприятий

Ключевые слова: сеть Петри, производство удобрений сельскохозяйственных предприятий.

Одной из наиболее важных проблем, требующих скорейшего решения для развития агропромышленного комплекса, является повышение плодородия почв, следовательно, и урожайности сельскохозяйственных культур. Несмотря на актуальность этой проблемы, в настоящее время производство минеральных удобрений сократилось по сравнению с 1990 г. в 2 раза.

На сельскохозяйственных предприятиях Российской Федерации ежегодно образуется около 640 млн. т. навоза и помета, что по удобрительной ценности эквивалентно 62% от общего производства минеральных удобрений в стране. Однако этот огромный потенциал используется не более чем на 25-30%, что объясняется, в основном, отсутствием экономичных и эффективных технологий подготовки жидких и полужидких отходов животных и птицы в качестве органических удобрений.

Наиболее перспективной, точки зрения получения агрохимической (производство удобрений), экологической (обеззараживание и дезодорация) и энергетической (производство топлива и электроэнергии) эффективности, является технология переработки навоза в анаэробных условиях в специальных герметичных реакторах – метантенках, выполненных, как правило, из металла. Благодаря деятельности метанообразующих бактерий в бескислородной среде при температуре 39-40 или 53-55°C в реакторе происходит про-

цесс сбраживания навоза с образованием горючего газа, основными компонентами которого являются метан (60-65%) и углекислый газ (35-40%) [3].

Современные сооружения по производству удобрений сельскохозяйственных предприятий характеризуются сложной многоуровневой структурой, поэтому могут рассматриваться как сложные кибернетические системы. Эффективность функционирования таких систем можно обеспечить с помощью современных методов обработки информации, применяя методы системного анализа сложных объектов на основе математического описания технологического процесса [2].

Применение методов системного анализа определяет процедуру разработки системы управления установки по производству удобрений сельскохозяйственных предприятий, которая предусматривает составление математической модели на основе сетей Петри, что обеспечивает управление потоками в установке.

Принципиальная технологическая схема цеха по производству удобрений представлена на рисунке [3].

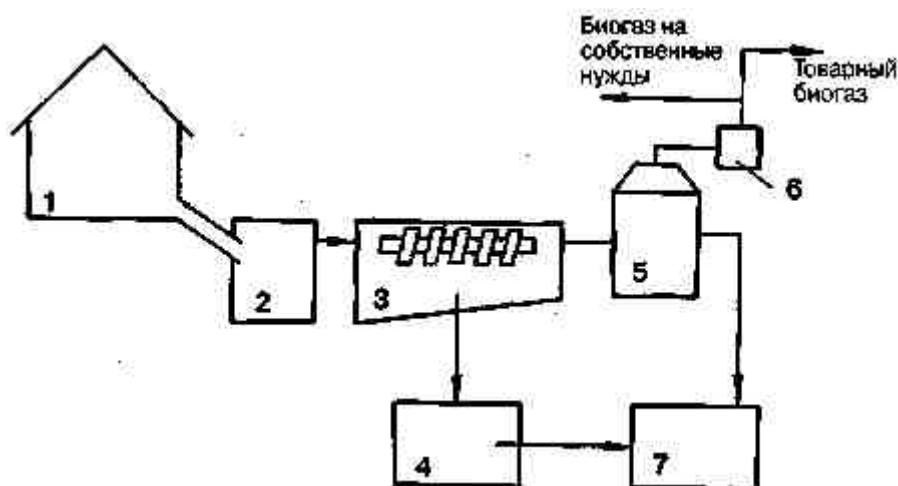


Рис. Принципиальная схема цеха по производству удобрений: 1 – животноводческое (птицеводческое) помещение; 2 – сборник исходного сырья; 3 – центрифуга; 4 – биоферментер; 5 – метантенк; 6 – газгольдер; 7 – помещение для расфасовки жидких и твердых органических удобрений

Технология получения удобрений заключается в том, что жидкие отходы влажностью не менее 89% (навоз, помет, растительные отходы и др.) готовятся в сборнике исходного сырья (2), затем подвергаются центрифугированию (3) для удаления из них таких включений, как пух, перо, щетина, остатки грубых кормов, солома, и стабилизации жидкой фракции по гранулометрическому составу. Твердая фракция подвергается ускоренному компостированию в биоферментаторе (4) и поступает в помещение для расфасовки (7) для ее дальнейшей реализации.

Жидкая фракция после центрифуги поступает на анаэробное сбраживание в метантенке (5), после чего также направляется в помещение для расфасовки (7). Биогаз, выделенный при сбраживании, накапливается в газгольдере (6) и в дальнейшем используется на собственные и бытовые нужды [3].

Технологический процесс производства удобрений сельскохозяйственных предприятий рационально может быть описан модифицированными сетями Петри. Для описания системы нами предлагается использование N-схем, опирающихся на математический аппарат сетей Петри, одним из достоинств которого является возможность представления сетевой модели как в аналитической форме, с возможностью автоматизации процесса анализа, так и в графической форме с обеспечением наглядности разрабатываемой модели.

При анализе технологических схем следует учитывать основное ограничение формализма N-схем, которое состоит в том, что они не учитывают временные характеристики моделируемых систем, так как время срабатывания перехода считается равным нулю. Учитывая эти условия, нами предложены модифицированные сети Петри (МСП). Модификация сетей Петри (МСП)-сеть Петри вида $S = \langle P, T, I, O, M, L, \tau_1, \tau_2 \rangle$, где $T = \{t_j\}$ – конечное непустое множество символов, называемых *переходами*, оцениваются исходя из количества условных порций продукции при непрерывной подаче в аппараты технологической схемы.

$P = \{p_i\}$ – конечное непустое множество символов, называемых *позициями*. В нашем случае – это множество аппаратов технологической схемы;

$I: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ – входная функция, которая для каждого перехода t_j задает множество его позиций $p_i \in I(t_j)$.

$O: P \times T \rightarrow \{0, 1\}$ – выходная функция, которая отображает переход в множество выходных позиций $p_i \in O(t_j)$.

$M: P \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$ – функция маркировки (разметки) сети, которая ставит в соответствие каждой позиции неотрицательное целое число, равное числу меток в данной позиции, которое меняется в процессе работы сети.

Срабатывание перехода мгновенно изменяет разметку $M(p) = (M(p_1), M(p_2), M(p_3), \dots, M(p_n))$ на разметку $M'(p)$ по следующему правилу:

$$M'(p) = M(p) - I(t_j) + O(t_j) \quad (1)$$

Запись уравнения (1) означает, что переход t_j изымает по одной метке из каждой своей входной позиции и добавляет по одной метке в каждую из выходных.

$\tau_1: T \rightarrow N$ и $\tau_2: P \rightarrow N$ функции, определяющие время задержки при срабатывании перехода и время задержки в позиции.

Динамика выполнения МСП определяется движением меток, моделирующих движение дискретных потоков полупродуктов.

Таким образом, рассмотренная модификация сетей Петри позволяет решать следующие задачи:

- 1) анализ функционирования аппаратов системы в условиях нештатных ситуаций;
- 2) анализа переключения управления на сетевом уровне;
- 3) анализа технологических схем дискретно – непрерывных производств для обеспечения устойчивого, стабильного состояния.

Для управления процессом производства удобрений сельскохозяй-

ственных предприятий разработана математическая модель технологической схемы и ее программная реализация. Математическая модель системы производства удобрений сельскохозяйственных предприятий разработана в виде МСП, реализация которой позволила исследовать системные связи и законы функционирования установки в целом [1]. Построены также модели основных аппаратов, реализующих технологический процесс производства удобрений сельскохозяйственных предприятий. Из СП – моделей типовых аппаратов была синтезирована модель всей установки.

С использованием СП-модели нами разработан программный комплекс системы технологического модуля производства удобрений сельскохозяйственных предприятий, имитирующей функционирование получения удобрений в виртуальном времени. Средствами SCADA-технологии TRACE MODE разработан программный комплекс системы управления технологическим процессом производства удобрений сельскохозяйственных предприятий. Система управления технологическим процессом позволяет выполнять диспетчерский контроль основных элементов системы управления, останавливать систему производства удобрений сельскохозяйственных предприятий и анализировать ее состояние как в целом, так и в целях прогнозирования развития внештатных ситуаций.

Список литературы

1. Азимов Ю.И. Технологический модуль очистки нефтесодержащих сточных вод / Ю.И. Азимов, С. Н. Савдур // Известия КазГАСУ. – 2009. – № 2 (12). – С. 227 – 232.
2. Кафаров В.В. Гибкие производственные автоматизированные системы химической промышленности / В.В. Кафаров // Журнал ВХО им. Д.И. Менделеева. – 1987. – Т. 32, № 3. – С. 252 – 258.
3. Сидоренко О.Д. Биологические технологии утилизации отходов животноводства: учеб. пособие / О.Д. Сидоренко, Е.В. Черданцев. – М.: Изд – во МСХА, 2001. – 74 с.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРЕНИЯ В ТРИБОСИСТЕМЕ «СТАЛЬ-СТАЛЬ»

Борисова Е.А.

аспирант кафедры технологии машиностроения
Муромского института Владимирского государственного университета,
Россия, г. Муром

Зелинский В.В.

доцент кафедры технологии машиностроения Муромского института
Владимирского государственного университета, канд. техн. наук, доцент,
Россия, г. Муром

Для трибосистемы «сталь-сталь», имеющей широкое распространение в металлообработке и силовом обрабатывающем оборудовании, рассмотрено влияние магнитного поля на характеристики трения и величину износа в условиях изнашивания при схватывании. Предлагается новый подход в объяснении адгезионного изнашивания при действии