

УДК [622.276+665.6]:628.4.038:502.521

СИСТЕМНЫЕ ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТХОДОВ НПЗ С ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДОЙ

Нитяговский А.М., Николаев А.П., Горохов И.В.

ООО Научно-технический центр «Экспертиза», Пенза, e-mail: aleks21618@yandex.ru

Нефтеперерабатывающее предприятие и окружающая природная среда представляются как сложные технические системы, как объекты исследования и моделирования. Предлагаются методологические принципы моделирования взаимодействия отходов нефтехимических производств с окружающей природной средой. На основе предложенных принципов выполняется системный анализ системы НПЗ-ОПС.

Ключевые слова: отходы нефтепереработки, окружающая природная среда, моделирование, система управления отходами, системный анализ

PRINCIPLES OF SYSTEM MODELLING OF INTERACTION OF WASTE REFINERY WITH THE NATURAL ENVIRONMENT

Nityagovsky A.M., Nikolaev A.P., Gorokhov I.V.

Scientific-Technical Center «Expertise», Penza, e-mail: aleks21618@yandex.ru

Oil refinery and the environment are represented as complex technical systems as objects of research and modelling. The proposed methodological principles of modeling the interaction of waste petrochemical plants with the natural environment. On the basis of the proposed guidelines is carried out a systematic analysis of refinery – natural environment.

Keywords: waste oil processing, the environment, modelling, waste management system, system analysis

Исследования, разработка и проектирование экологически безопасных производств сопряжены со значительным объёмом эксперимента, физического и математическим моделированием. Анализ и оценка влияющих антропогенных факторов на окружающую природную среду (ОПС) обуславливает необходимость проведения большого объёма научных исследований, изучения механизмов взаимодействия отдельных составных частей производств, всевозможных физико-химических взаимодействий, методов и алгоритмов управления объектами промышленных предприятий. Вместе с тем, значительное разнообразие применяемых при решении задач экологической безопасности производств несвязанных между собой методов, подходов, методик вызывает существенные трудности при проведении таких исследований, что обуславливает необходимость создания единой методологии организации и проведения научных исследований воздействия абиотических факторов, различных технологических процессов, выпускаемой продукции и технологий переработки отходов нефтехимических производств на окружающую среду, на экосистему в целом.

За основу построения единой методологии проведения и системной организации научных исследований и математического моделирования нефтехимических производств и оценке влияния отходов нефтепереработки на ОПС примем системный подход и принципы системного анализа. Разра-

ботанная методология объединяет анализ производств на основе системного подхода в контексте разработанных математических моделей как элемента экологической системы и системы взаимосвязанных элементов производств [1-3].

Исследования механизмов преобразования энергии, количества вещества, импульса базируются на принципах и методах энергетического подхода, а оценка элементов производств как объекта экологического контроля и управления обуславливает необходимость его исследования в контексте информационно-алгоритмического причинно-следственного подхода [4].

Таким образом, разработанная методология предопределяет проведение комплексных исследований элементов нефтеперерабатывающих производств, сочетающих экспериментальные исследования, теоретический анализ и синтез объектов экосистем, моделирование, технологические и конструктивные проработки, схмотехнические решения с выявлением и раскрытием главных, определяющих функций производств и их отдельных компонент в достижении цели.

Система управления отходами НПЗ как объект экологического исследования и его определяющие системные свойства компоненты представляют в контексте системного, энергетического и информационно-алгоритмического причинно-следственного подхода как:

- элементы, формирующие системные свойства объекта;

- системы взаимосвязанных элементов;
- преобразователи энергии;
- объекты экологического мониторинга, контроля и управления.

Первый этап исследования – анализ каждого элемента производств, входящих в систему управления отходами НПЗ, с точки зрения выполнения системной функции, обуславливающей оценку экологического ущерба объекта для ОПС, возможного вклада в достижение цели исследования. Все компоненты производств НПЗ подвергаются анализу как системы вложенных элементов, стратифицированных по уровням вложенности на основе выполняемых каждым элементом функций в обеспечении системных свойств.

Функциональное назначение очистных и защитных сооружений, а в целом, технологий, снижающих риск экологического загрязнения – обеспечение экологической безопасности производств. Каждый элемент технологической цепочки защитных сооружений при этом выполняет свою функцию в обеспечении эффективности функционирования производств.

Считается, что для химической промышленности безотходным будет считаться то производство, где использование образующихся отходов будет вестись в рамках единого технологического цикла. С этим можно не согласиться, так как химическое производство многономенклатурное, т.е. из одного сырья можно сделать несколько видов продукции путем последовательной переработки, а химическое оборудование узкоспециализировано и предназначено для выпуска вполне определенного вида продукции. Поэтому организация технологических систем по замкнутому циклу возможна для ограниченного круга продуктов. Кроме того, предприятие может не располагать необходимым оборудованием для переработки отходов, или не иметь в наличии дополнительно необходимых для переработки отходов видов сырья. В связи с этим решение задач в области развития безотходной и малоотходной технологий зачастую сводится к увеличению использования вторичного сырья.

Нефтеперерабатывающие производства представляют собой сложные многокомпонентные экосистемы. Поэтому каждый уровень вложенности в качестве важнейшего элемента, обеспечивающего выполнение определяющей системной функции, может включать в свой состав как один, так и несколько базовых элементов. Составляют многокомпонентные топологические, структурные и иконографические пространственно-временные модели, отражающие взаимодействие отдельных элементов производств с другими связанными с ним элементами, определяют комплекс экологических

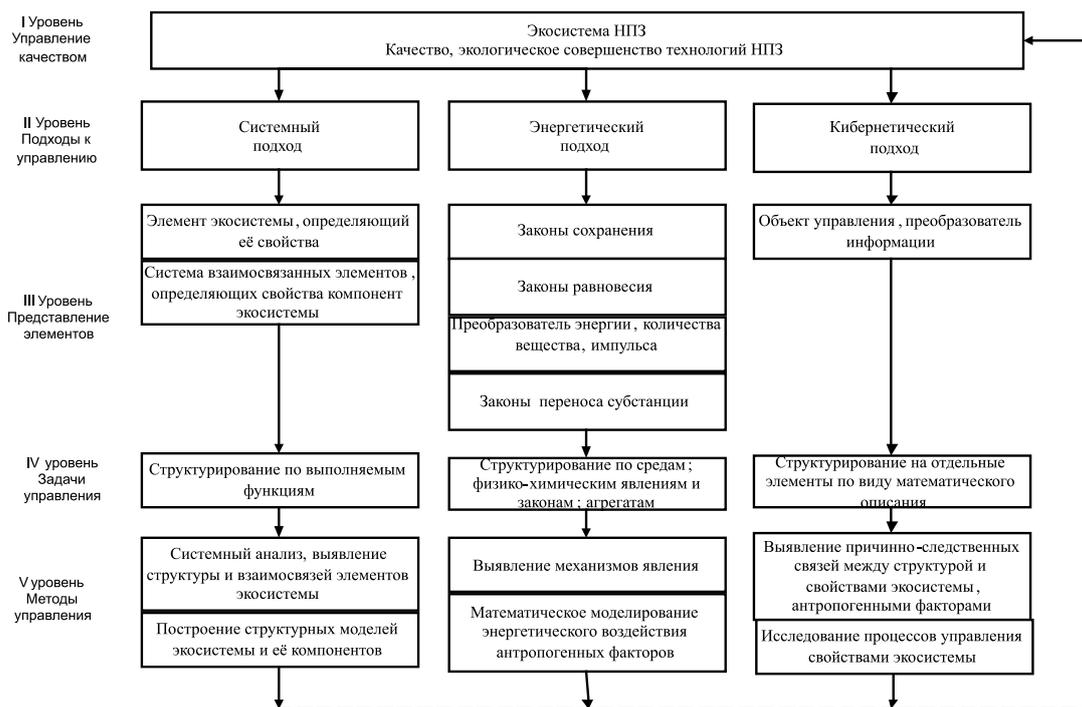
требований к исследуемому компоненту производств как элементу природно-технической экосистемы.

Рассмотрение нефтеперерабатывающих производств с позиций системного подхода предполагает, что НПЗ входит в состав и является элементом сложной технической системы (ТС), выполняющий обусловленные этой системой функции по выпуску продукции и снижению экологического ущерба, и, одновременно, представляет собой техническую систему взаимосвязанных элементов, предопределяющих функциональные возможности и свойства элемента в составе экологической системы более высокого уровня. Отходы нефтепереработки – неотъемлемый компонент, а технологии их утилизации – важнейший элемент в организации малоотходного нефтеперерабатывающего производства. Вместе с тем, НПЗ – это система, включающая множество компонент, а методы оценки состояния и математического моделирования состояния компонент НПЗ объединяют множество методик и этапов исследования всех компонент производств и их взаимодействия с ОПС (рисунок).

Необходимость экологического исследования системы управления отходами НПЗ в контексте энергетического подхода обусловлена его возможностями, позволяющими выявить механизм и экологические особенности преобразования количества вещества, энергии и количества движения, раскрыть принципы и количественные соотношения физическо-химического взаимодействия основных составных частей производств и ОПС, дать оценку эффективности технологий очистки и утилизации отходов производства нефтепродуктов, провести математическое моделирование энергетического воздействия антропогенных, природных и человеческих факторов производств на свойства ТС, установить или скорректировать экологические требования к элементам производств.

Основа энергетического подхода и теоретический фундамент проведения экологических исследований технологических процессов производств – основные законы физики и химии [5]:

- законы сохранения субстанции (количества вещества, энергии и импульса), в соответствии с которыми возможны только такие превращения, при которых алгебраическая сумма массы, энергии и импульса внутри системы остаются неизменными;
- законы термодинамического равновесия, устанавливающие условия, при которых процесс переноса субстанции отсутствует;
- законы переноса субстанции, обуславливающие интенсивность протекания технологических процессов производств.



Системный анализ экосистемы НПЗ

Основа исследования технологических процессов производств – физическое и математическое моделирование с целью установления влияния абиотических факторов на окружающую среду, данных системного экологического мониторинга и эколого-экономического анализа экосистем.

Экологический анализ технологий производства на НПЗ, отходов нефтепереработки и экосистемы в целом как объекта моделирования, контроля и управления позволяет составить математическую модель, описывающую динамику поведения объекта в пространстве координат состояния экологической безопасности, определить принципы, методы и алгоритмы управления производством и осуществить прогнозирование экологического состояния объекта в едином пространстве экологической безопасности.

Анализ любой компоненты системы НПЗ как объекта, оказывающего влияние на экосистему, в контексте моделирования и управления предполагает (рисунок 1):

- определение координат экологического состояния объекта – переменных, характеризующих поведение элемента экосистемы в едином для всех компонент системы пространстве вектора экологических состояний;

- выявление управляемых координат – выходных переменных объекта, отражающих его эколого-техничко-экономические

свойства, подлежащие управлению в соответствии с задачами экосистемы;

- установление управляющих воздействий – величин, технических средств, комплекса действий технико-экономического характера, посредством которых наиболее рационально управление экологическим состоянием объекта;

- нахождение возмущающих воздействий – входных величин объекта управления (ОУ), влияющих на экологическое состояние и управляемые координаты экосистемы, но управление которыми нецелесообразно на современном этапе развития науки и техники или не осуществимо;

- установление внутренних параметров объекта экологического исследования – величин, обуславливающих его статические и динамические свойства;

- формирование критериев экологического управления и ограничений на возможные изменения состояний объекта экологического исследования под действием возмущений и изменений внутренних параметров экосистемы.

В качестве координат моделирования и управления предлагается принять комплекс показателей состояния объекта в векторном пространстве, задающего все его эколого-техничко-экономические свойства в единой области значений.

Утилизация отходов нефтепереработки (например, серы и нефтешламов) [6-8]

путем соединения их в композиционный материал с набором полезных эксплуатационных свойств и экологической безопасностью является компонентами векторов управляющих воздействий и управляемых координат.

НПЗ и ОПС представляют собой многомерные объекты с управляемыми координатами, характеризующими множество эксплуатационных свойств, и поэтому имеют несколько управляемых и управляющих переменных, совокупности которых в математических моделях заданы векторами. Совокупность управляющих и возмущающих воздействий в моделях задается одним вектором входных воздействий.

Таким образом, и технический и технологический процесс или любой элемент системы НПЗ–ОПС будем рассматривать как объект управления – это значит выделять пространство, в котором протекает процесс, подлежащий управлению, в пространстве и во времени из окружающей среды, то есть определять его как систему взаимосвязанных через внутренние динамические параметры ОУ переменных – координат состояния и управляемых координат, управляющих и возмущающих воздействий.

Методика представления системы НПЗ–ОПС как объекта моделирования включает:

- определение координат состояния объекта – переменных, характеризующих поведение системы НПЗ–ОПС в пространстве состояний;
- выявление управляемых координат – выходных переменных, подлежащих управлению в соответствии с технологией нефтепереработки;
- установление управляющих воздействий – величин, посредством которых может быть наиболее эффективно обеспечено управление в заданном диапазоне выходными координатами объекта управления (продукция НПЗ и отходы нефтепереработки);
- нахождение возмущающих воздействий – входных величин ОУ, влияющих на его управляемые координаты, но которые не могут быть изменены с помощью управляющего устройства или управление которыми не целесообразно (действие окружающей среды и технологические переделы);
- выявление внутренних параметров ОУ – величин, характеризующих статические и динамические свойства объекта (показатели структур и характеристик НПЗ и ОПС);
- установление критериев управления и ограничений на входные и выходные переменные, возможных пределов изменения под действием возмущений внутренних параметров объекта (технологические ограничения, связанные с выбранной технологией

нефтепереработки и системой утилизации отходов).

В свете изложенного, выделяем следующие этапы управления многокритериальным синтезом системы НПЗ–ОПС, как сложной технической системой:

- формулировка целей управления – синтез системы НПЗ–ОПС с заданными структурой и свойствами;
- определение объекта управления – многоуровневые структуры системы НПЗ–ОПС и их параметры;
- создание модели объекта управления – нелинейные распределенные динамические модели различных подуровней НПЗ и линейные кинетические модели влияния отходов нефтепереработки на ОПС;
- синтез управления – создание алгоритма перехода между структурными уровнями с решением задачи многофакторной оптимизации;
- реализация управления – выбор компонентов, подбор технологии синтеза, получение заданных параметров структуры и свойств системы НПЗ–ОПС.

Предложенные методологические подходы позволяют корректно оценить технологические риски, эффективность системы управления отходами НПЗ, влияние непредвиденных ситуаций и аварий, а также экологический и экономический эффект от введения новых технологий нефтепереработки и утилизации отходов производства.

Список литературы

1. Бормотов А.Н., Прошин И.А. Исследование реологических свойств композиционных материалов методами системного анализа // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2009. Т. 15. – № 4. – С. 916-925.
2. Бормотов А.Н., Прошин И.А., Королев Е.В. Имитационное моделирование деструкции и метод прогнозирования стойкости композиционных материалов // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2010. – № 4. – С. 113-118.
3. Бормотов А.Н., Прошин И.А., Васильков А.В. Теоретические основы компьютерного моделирования структурообразования дисперсных систем // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 17. № 2. – С. 542-551.
4. Прошин А.П., Данилов А.М., Гарькина И.А., Бормотов А.Н. Принцип Парето в управлении качеством материалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2002. – № 11.
5. Бормотов А.Н. Многокритериальный синтез композита как задача управления // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16. № 4. – С. 924-937.
6. Бормотов А.Н., Кузнецова М.В., Колобова Е.А. Методологические принципы математического моделирования и синтеза композиционных материалов из отходов нефтепереработки // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2013. – № 2 (38). – С. 85-94.
7. Бормотов А.Н., Колобова Е.А. Утилизация серы как отхода переработки нефти при изготовлении радиационно-защитных композиционных материалов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2012. – № 2. – С. 200-206.
8. Бормотов А.Н., Кузнецова М.В., Колобова Е.А. Теоретические основы математического моделирования композитов из отходов нефтепереработки // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – Т.1. №9(13). – С. 173-182.