

**К ВОПРОСУ О ПЕРЕХОДЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
К ЗАМКНУТОМУ ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ЦИКЛУ**

© 2023 О.В. Минулина

Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 11.04.2023

В новых условиях ведения производственно-хозяйственной деятельности повышается значимость и актуальность повышения ресурсоэффективности и экологичности производственных процессов, что в рамках концепции устойчивого развития и ESG-повестки имеет критически важное значение для нефтехимических предприятий. На современных промышленных предприятиях стоит острая необходимость проектирования и внедрения в процессы управления замкнутых производственных циклов, повышающих ресурсоэффективность производства и промышленности в целом. Цель статьи заключается в разработке концептуальной модели управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл. Объектом исследования выступают нефтехимические предприятия, предметом – производственные циклы. Задачи статьи сводятся к следующим: описать методику разработки модели управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл; представить характеристику безотходного замкнутого производственного процесса; выстроить схему проектирования абсолютно замкнутого или безотходного технологического цикла. Результаты проведенного исследования позволили систематизировать следующие выводы: 1) под замкнутым производственным циклом предложено понимать форму организации производства нефтехимической продукции при котором ресурсы производства (сырье, энергия) используются в производственном процессе многократно, предварительно пройдя очистку, оснастку, охлаждение и т.п., возвращающему ресурсу производства требуемое качество в рамках данной технологии производства с последующим поступлением его на первую, либо предыдущие стадии производственно-сбытовой цепочки; 2) специфика организации замкнутого цикла на предприятиях нефтехимической промышленности связана с образованием значительного количества побочных продуктов в ходе основного химического процесса, что позволяет получать побочные виды продуктов, которые также могут использоваться в производственно-сбытовых цепочках (например, минеральные удобрения, серная кислота и т.п.); 3) преимущество химического рециклинга состоит в возможности переработки смешанных, многокомпонентных и загрязненных отходов, а также получения вторичного сырья, практически не отличимое по свойствам от исходного первичного сырья, следствием чего является не ограниченное количество циклов переработки; 4) основу концептуальной модели управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл составляют такие элементы управления, как цель, критерии, субъект и объект управления, методы и инструменты системной инженерии; проблемы реорганизации производственных процессов, а также задачи и технологии перехода к замкнутым производственным процессам. Теоретическая значимость исследования состоит в систематизации концептуальных основ управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл, что позволит в дальнейших научных изысканиях разработать практические аспекты управления замыканием производственных циклов, переходом к безотходным производствам на микроуровне.

Ключевые слова: замкнутый производственный цикл, промышленное производство, нефтехимическое предприятие, ресурсосбережение, производственно-сбытовые цепочки, модель управления.

DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-3-77-83

EDN: KZMLHB

ВВЕДЕНИЕ

В новых условиях ведения производственно-хозяйственной деятельности повышается значимость и актуальность повышения ресурсоэффективности и экологичности производственных процессов, что в рамках концепции устойчивого развития [1] имеет критически важное значение для нефтехимических предприятий. На современных промышленных предприятиях стоит острая необходимость проектирования и внедрения в процессы управления замкнутых производственных циклов, повышающих ресурсоэффективность производства и промышленности в целом. Цель статьи заключается в разработке концептуальной модели управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл. Объектом исследования выступают нефтехимические предприятия, предметом – производственные циклы. Задачи статьи сводятся к следующим: описать методику разработки модели управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл; представить характеристику безотходного замкнутого производственного процесса; выстроить схему проектирования абсолютно замкнутого или безотходного технологического цикла. Результаты проведенного исследования позволили систематизировать следующие выводы: 1) под замкнутым производственным циклом предложено понимать форму организации производства нефтехимической продукции при котором ресурсы производства (сырье, энергия) используются в производственном процессе многократно, предварительно пройдя очистку, оснастку, охлаждение и т.п., возвращающему ресурсу производства требуемое качество в рамках данной технологии производства с последующим поступлением его на первую, либо предыдущие стадии производственно-сбытовой цепочки; 2) специфика организации замкнутого цикла на предприятиях нефтехимической промышленности связана с образованием значительного количества побочных продуктов в ходе основного химического процесса, что позволяет получать побочные виды продуктов, которые также могут использоваться в производственно-сбытовых цепочках (например, минеральные удобрения, серная кислота и т.п.); 3) преимущество химического рециклинга состоит в возможности переработки смешанных, многокомпонентных и загрязненных отходов, а также получения вторичного сырья, практически не отличимое по свойствам от исходного первичного сырья, следствием чего является не ограниченное количество циклов переработки; 4) основу концептуальной модели управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл составляют такие элементы управления, как цель, критерии, субъект и объект управления, методы и инструменты системной инженерии; проблемы реорганизации производственных процессов, а также задачи и технологии перехода к замкнутым производственным процессам. Теоретическая значимость исследования состоит в систематизации концептуальных основ управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл, что позволит в дальнейших научных изысканиях разработать практические аспекты управления замыканием производственных циклов, переходом к безотходным производствам на микроуровне.

Минулина Ольга Васильевна, соискатель кафедры логики и управления. E-mail: olga.minulina@bk.ru

ное значение для нефтехимических предприятий. Рынки нефтегазохимической продукции отличает большое число промышленных переделов, повышающих добавленную стоимость нефтехимической продукции. Это обуславливает то, что на рынок поставляются полуфабрикаты разной ступени переделов, являющиеся входным потоком для предприятий, осуществляющих их дальнейшую переработку в зависимости от имеющихся у них производственных

мощностей по использованию всех компонентов переработки сырья нефтегазохимического производства. Также на рынке присутствует и готовая конечная продукция с разной величиной добавленной стоимости в зависимости от уровня ее переработки.

В настоящее время для нефтехимической промышленности задача прироста создаваемой добавленной стоимости решается в рамках формирования и обеспечения синергии производственно-сбытовых цепочек, охватывающих сопряженные производства: отрасль создания технологий – газодобыча и нефтепереработка; отрасль производства оборудования – нефтепереработка; строительная отрасль – газохимия и нефтехимия. Каждая из обозначенных отраслей при движении вдоль прямой создания добавленной стоимости повышает стоимость конечной продукции, которая используется как входной поток в виде полуфабрикатов для последующих отраслей в рамках единой цепочки, замыкаясь на рынке сбыта в виде инновационной продукции с высокой добавленной стоимостью.

Вместе с тем, на современных промышленных предприятиях стоит острая необходимость проектирования и внедрения в процессы управления замкнутых производственных циклов, повышающих ресурсоэффективность производства и промышленности в целом. Указанные аспекты предопределили выбор тематики исследования, постановку его целей и задач. Цель статьи заключается в разработке концептуальной модели управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл. Объектом исследования выступают нефтехимические предприятия, предметом – производственные циклы. Задачи статьи сводятся к следующим:

– описать методику разработки модели управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл;

– представить характеристику безотходного замкнутого производственного процесса;

– выстроить схему проектирования абсолютно замкнутого или безотходного технологического цикла.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Информационную базу исследования составили открытые источники информации по нефтехимическим предприятиям, в частности, за основу изучения замкнутых производственных процессов взят опыт группы компания «Сибур». При разработке концептуальной модели управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл использовались методы описания, сравнения и системного анализа для таких элементов процесса управления, как:

- цель, критерии управления, субъект и объект управления;
- методы и инструменты системной инженерии;
- проблемы реорганизации производственных процессов;
- задачи и технологии перехода к замкнутым производственным процессам.

ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЗОТХОДНОГО ЗАМКНУТОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Каждая стадия производственно-сбытовой цепочки сопровождается образованием отходов, минимизация которых в рамках политики ресурсосбережения предполагает внедрение замкнутых производственных циклов, при которых отходы производства и потребления энергии и материалов на технологические нужды после переработки снова поступают в процесс производства, формируя производство замкнутого цикла (рис. 1).

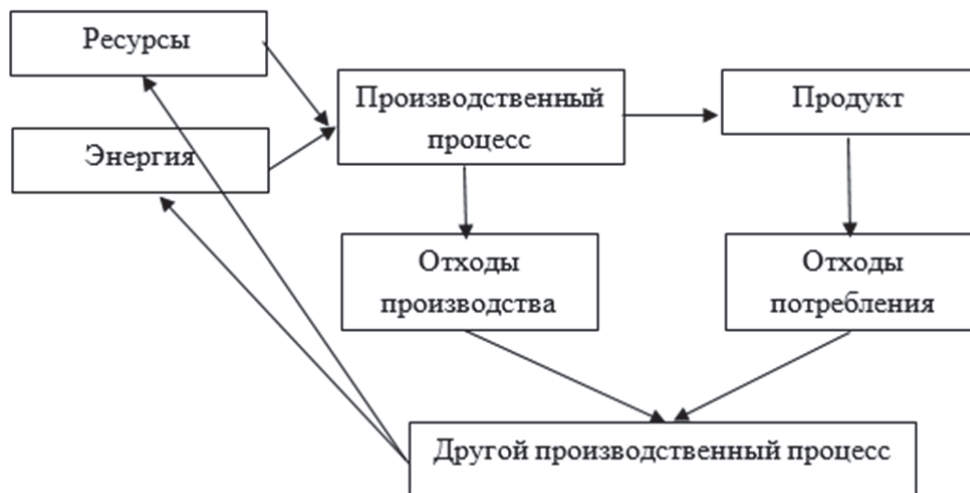


Рис. 1. Схема безотходного замкнутого производственного процесса [обобщено автором]

Таким образом, применительно к нефтехимической промышленности замкнутый производственный цикл представляет собой форму организации производства нефтехимической продукции при котором ресурсы производства (сырье, энергия) используются в производственном процессе многократно, предварительно пройдя очистку, оснастку, охлаждение и т.п., возвращающему ресурсу производства требуемое качество в рамках данной технологии производства с последующим поступлением его на первую, либо предыдущие стадии производственно-сбытовой цепочки.

СПЕЦИФИКА ЗАМКНУТОГО ИЛИ БЕЗОТХОДНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА

В вопросах организации производственных систем в нефтехимической промышленности с практической точки зрения важным является провести сравнительный анализ существующей технологии производства и технологической схемы производственного процесса с эталонной схемой безотходного замкнутого производственного процесса со стадиями: «ресурсы и энергия – производство – потребление – вторичное сырье – ресурсы и энергия», для которого характерно замкнутое движение поток ресурсов и энергии. Базовым принципом проектирования и внедрения безотходного замкнутого производственного процесса в нефтехимической промышленности считается обеспечение цикличности потоков ресурсов и энергии, примерами которых для нефтехимических предприятий могут быть замкнутые водо- и газооборотные циклы, составляющую наибольшую долю ресурсов и источников энергии в нефтехимическом производстве [2-4].

Замкнутый производственный цикл и малоотходные технологии активно внедряются на предприятиях нефтехимической промышленности. Замкнутая организация производственного процесса в пределах структурных единиц (цеха) или предприятия в целом способствует сокращению производственного цикла, снижению отходности производства, уменьшению затрат на перемещение сырья и материалов, повышению технической и экономической эффективности.

Особенность организации замкнутого цикла в нефтехимии обусловлена образованием значительного количества побочных продуктов в ходе основного химического процесса. К примеру, образующийся в технологическом процессе диоксид серы вступает в реакцию с жидкостями различного химического состава, что дает возможность получать минеральные удобрения (сернокислый аммоний, суперфосфат и др.), при контакте с водой – серную кислоту как востребованное сырье для многих производств [5]. В общем виде принцип проектирования абсолютно замкнутого или безотходного технологического цикла показан на рисунке (рис. 2).

В замкнутом технологическом цикле не образуются отходы производства, поскольку выходные потоки одного производственного процесса являются входными потоками (сырьем) для другого производства. Однако, существующие химические и механические технологии рециклинга не позволяют создать абсолютно безотходное производство, т.к. не на все конечные продукты и отходы имеются разработанные способы и процессы переработки. В этой связи, не все отходы удается эффективно извлекать из отходящих материальных потоков.

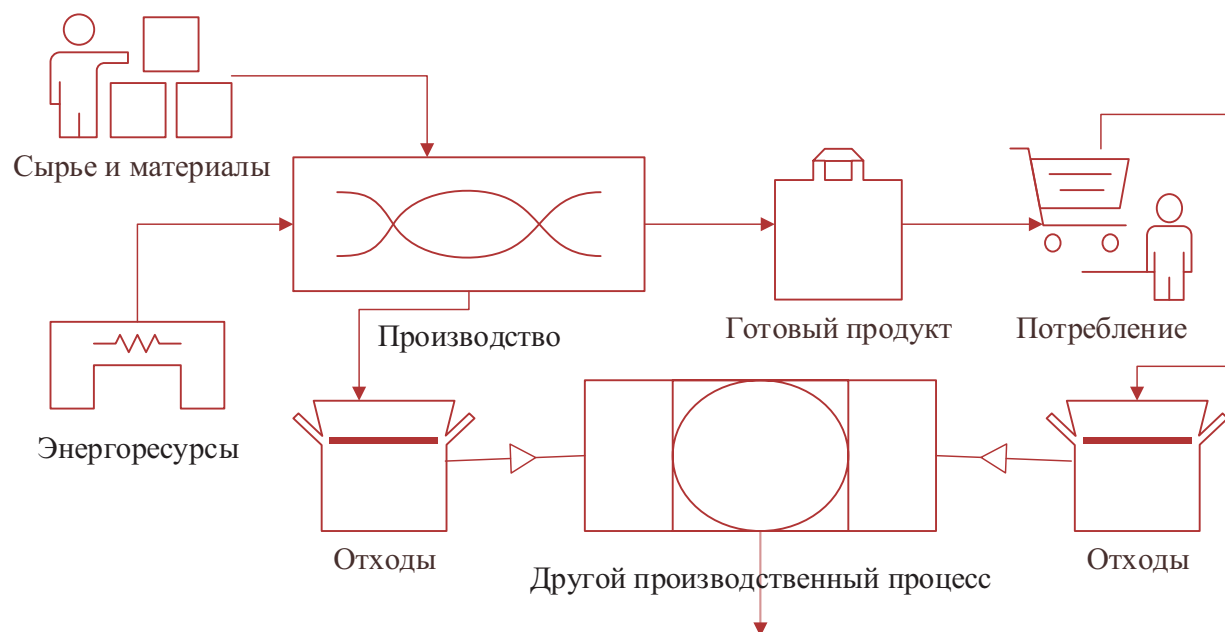


Рис. 2. Общая схема проектирования абсолютно замкнутого или безотходного технологического цикла [составлено автором по материалам [6]]

Ресурсами для производственного процесса являются не только первичное сырье, но и вторичные ресурсы, образованные в результате рециклинга отходов. В качестве примера возврата отходов производства в тот же производственный цикл в нефтехимии отметим производство продукции из полиэтилена и полипропилена. Продукция, утратившая свои потребительские свойства, может быть повторно переработана в основном технологическом процессе. Кроме того, отходы производства могут являться сырьем для смежных производств, или производств иной товарной группы.

ОСОБЕННОСТИ ЗАМКНУТОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА НА НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Нефтехимическое производство обладает наибольшим потенциалом в организации замкнутого технологического цикла и производства продукции с содержанием вторичного сырья. Это обусловлено уникальностью свойств полимеров к многократной переработке и существующим технологиям, которые позволяют вовлечь полимерные отходы в производственный цикл. Термоэластопластичные эластомеры при воздействии высокой температуры переходят в вязкотекучее состояние и изменяют свою форму. Данное свойство позволяет чаще всего использовать термоэластопласты для вторичной переработки. К примеру, в группе компаний «Сибур» разработана новая продукция вторичных полимеров Vivilen с содержанием вторичных материальных ресурсов до 25-50% [7].

Обобщая опыт крупнейших производителей продукции нефтехимии, можно выделить следующие проблемы перехода предприятий на замкнутый технологический цикл:

1) низкий уровень развития технологий и, соответственно, низкий охват нефтехимических производств технологиями, которые позволяют возвращать вторичные материалы в производственный цикл в качестве исходного сырья;

2) при некотором наличии технологий механического рециклинга (уменьшение и укрупнение размеров частиц, обезвоживание, обогащение и пр.) наблюдается практически отсутствие эффективных технологий химического рециклинга;

3) отсутствие взаимосвязанных стабильных и управляемых технологических цепочек ресурсных потоков как внутри производства, так и в сети со смежными производителями (для обеспечения стабильных объемов поставок вторичного сырья);

4) необходимость адаптации организационных и экономических механизмов управления производств под новый формат работы со вторичным сырьем (регулятор, налоговые приоритеты);

5) повышение качества или улучшение физико-химических свойств вторичных материальных ресурсов путем их дополнительной обработки производителями.

Наиболее сложной из перечисленных проблем является задача развития термохимических методов рециклинга, который позволит существенно нарастить объемы перерабатываемой полимерной продукции. ЕС декларирует увеличение доли перерабатываемого пластика до 50% к 2030 году. Данный показатель может быть достигнут только в случае дальнейшего развития технологий химического рециклинга и масштабирования новых решений.

Преимущество химического рециклинга заключается, во-первых, в возможности переработки смешанных, многокомпонентных и загрязненных отходов. Таким образом, появляется возможность перерабатывать отходы, которые считаются на большинстве предприятий «не перерабатываемыми» отходами. Например, имеется положительный зарубежный опыт технологий переработки пластика химическим методом – Европа, Америка и азиатские страны (Япония, Корея). В российской науке и промышленности есть соответствующие наработки, но нет эффективного трансфера лабораторных исследований к пилотным и промышленным решениям.

Во-вторых, в отличие от механической переработки отходов, химический рециклинг позволяет получать вторичное сырье, практически не отличимое по свойствам от исходного первичного сырья. В результате подобных технологий не ограничивается количество циклов переработки.

На нефтехимических предприятиях существуют следующие универсальные для нефтехимии технологии зацикливания производства с вовлечением побочных продуктов:

– переработка попутного нефтяного газа путем производства широкой фракции летучих углеводородов (ШФЛУ), производство электроэнергии, химическая переработка в смесь ароматических углеводородов и пр.;

– улавливание CO₂ от сжигания топлива или технологических процессов в формате технологии CCUS, т.е. включая транспортировку углекислого газа, подземное хранение и использование в качестве ресурса в производстве продукции;

– очистка воды и ее рециркуляция.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПЕРЕХОДА ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕХИМИИ НА ЗАМКНУТЫЙ ЦИКЛ

Концептуальная (содержательная) модель управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл представлена нами на рисунке (рис. 3). Это абстрактная модель, определяющая элементы моделируемой производственной системы и причинно-следственные связи, существенные для достижения цели. Модель состоит из двух ключевых блоков:

блок «Система управления реорганизацией процессов производства в замкнутый цикл» и блок «Система принятия решений по реорганизации процессов производства в замкнутый цикл».

Блок «Система управления реорганизацией процессов производства в замкнутый цикл» включает цель управления, субъект и объект управления, а также критерии управления – показатели удельного веса переработанных отходов производства, ресурсоемкость производства (первичное сырье), энергоемкость производства (первичная приобретаемая тепловая и электрическая энергия).

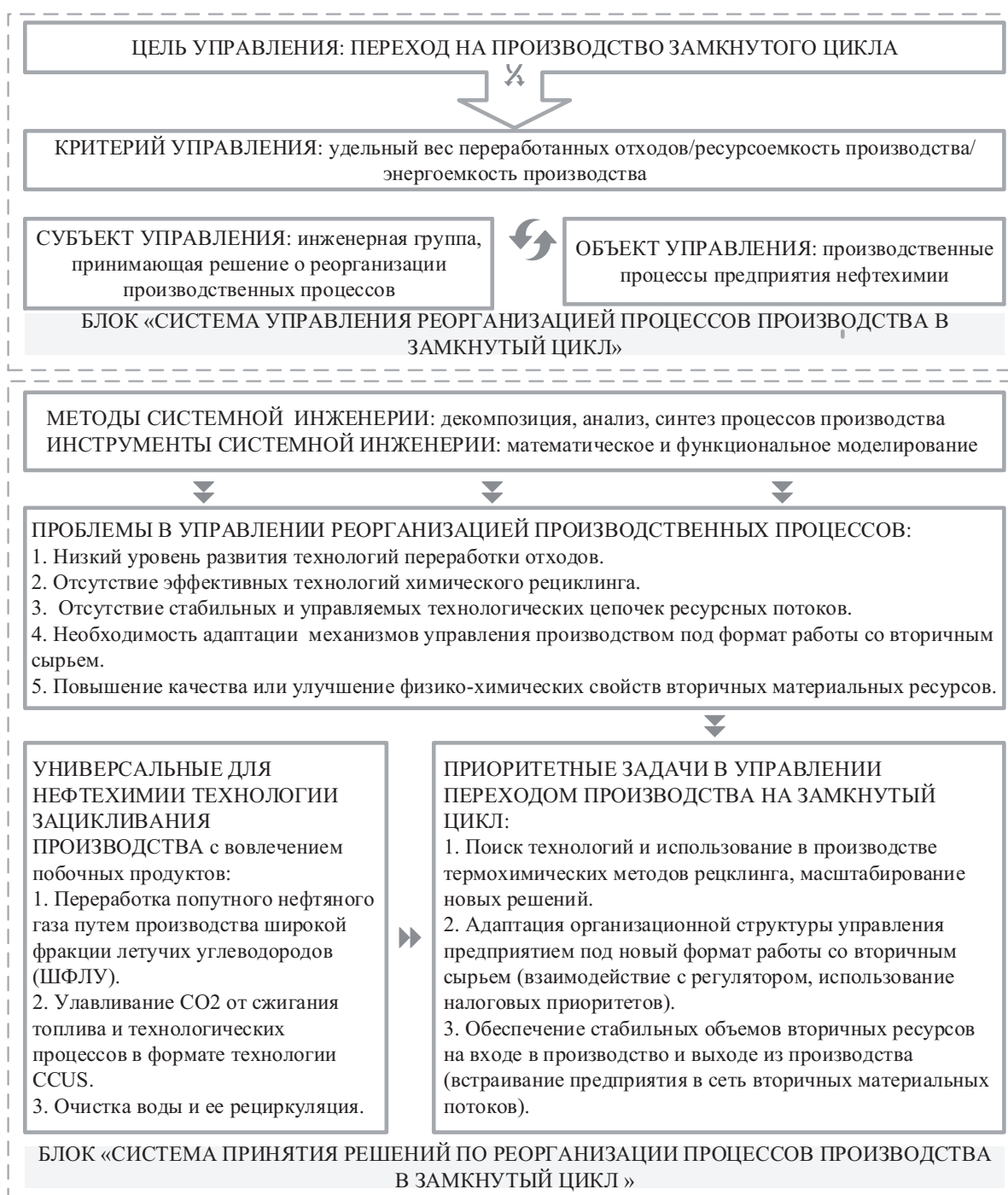


Рис. 3. Концептуальная модель управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл [составлено автором]

Блок «Система принятия решений по реорганизации процессов производства в замкнутый цикл» основан на методах и инструментах системной инженерии, а именно итерационного цикла «декомпозиция – анализ – синтез» и методах математического и функционального моделирования. В результате декомпозиции и анализа производственной системы определяются ключевые проблемы в управлении реорганизацией производственных процессов. В результате анализа химических технологий, выделены возможности, способствующие ускорению процесса заикливания производства. Данные технологии универсальны для нефтехимических производств, вырабатывающих попутный нефтяной газ, выделяющих углекислый газ.

Исходя из обозначенных проблем и имеющихся универсальных технологий полагаем, что ключевыми задачами в управлении переходом производства на замкнутый цикл должно стать: поиск технологий и использование в производстве термохимических методов рециклинга, масштабирование новых решений; адаптация организационной структуры управления предприятием под новый формат работы со вторичным сырьем (взаимодействие с регулятором, использование налоговых приоритетов); обеспечение стабильных объемов вторичных ресурсов на входе в производство и выходе из производства (встраивание предприятия в сеть вторичных материальных потоков).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют систематизировать следующие выводы.

1) Под замкнутым производственным циклом предложено понимать форму организации производства нефтехимической продукции при котором ресурсы производства (сырье, энергия) используются в производственном процессе многократно, предварительно пройдя очистку, оснастку, охлаждение и т.п., возвращающему ресурсу производства требуемое качество в рамках данной технологии производства с последующим поступлением его на первую, либо предыдущие стадии производственно-сбытовой цепочки.

2) Специфика организации замкнутого цикла на предприятиях нефтехимической промышленности связана с образованием значительного количества побочных продуктов в ходе основного химического процесса, что позволяет получать побочные виды продуктов, которые также могут использоваться в производственно-сбытовых цепочках (например, минеральные удобрения, серная кислота и т.п.).

3) Преимущество химического рециклинга состоит в возможности переработки смешанных, многокомпонентных и загрязненных отходов, а также получения вторичного сырья, практически не отличимое по свойствам от исходного первичного сырья, следствием чего является неограниченное количество циклов переработки.

4) Основу концептуальной модели управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл составляют такие элементы управления, как цель, критерии, субъект и объект управления, методы и инструменты системной инженерии; проблемы реорганизации производственных процессов, а также задачи и технологии перехода к замкнутым производственным процессам.

Полагаем, что теоретическая значимость исследования состоит в систематизации концептуальных основ управления процессом перехода предприятий нефтехимии на замкнутый цикл, что позволит в дальнейших научных изысканиях разработать практические аспекты управления замыканием производственных циклов, переходом к безотходным производствам на микроуровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция устойчивого развития Концепция устойчивого развития ООН. URL: <https://sdgs.un.org/goals> (дата обращения: 15.12.2022)
2. Барсеян, Н.В. Специфика бережливой организации структуры управления нефтехимическим предприятием / Н.В. Барсеян // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2020. – Т. 22. – № 2 (94). – С. 100-106.
3. Кудрявцева, С.С. Научно-технический потенциал России как фактор экономического роста в экономике знаний / С.С. Кудрявцева, К.К. Неганов // Экономический вестник Республики Татарстан. – 2016. – № 2. – С. 61-65.
4. Кудрявцева, С.С. Системный инжиниринг в развитии высокотехнологичной промышленности / С.С. Кудрявцева, М.В. Шинкевич, И.И. Ишмурадова // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 9 (111). – С. 99-103.
5. Недельченко, С.И. Система глобальной динамической оптимизации и система оптимизации в реальном времени: критерии выбора системы управления технологическими процессами / С.И. Недельченко, М.С. Гайфуллин, Е.С. Головина, Ю.А. Ергомышев, В.А. Лаврентьев, А.В. Комогоров // Территория Нефтегаз. – 2019. – № 12. – С. 12-17.
6. Хайрутдинов, И.Р. Циркулярная экономика нефтехимической промышленности / И.Р. Хайрутдинов // Журнал правовых и экономических исследований. – 2020. – № 3. – С. 197-199.
7. Гурьева, М.А. Механизм адаптации элементов циркулярной экономики в бизнес-модель промышленного холдинга (на примере компании ПАО «Сибур») / М.А. Гурьева, В.В. Бутко // Креативная экономика. – 2021. – Т. 15. – № 3. – С. 837-860.

METHODOLOGY FOR ASSESSING RESOURCE-SAVING PRODUCTION SYSTEMS IN A CIRCULAR ECONOMY

© 2023 O.V. Minulina

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

In the new conditions of conducting production and economic activities, the importance and relevance of increasing the resource efficiency and environmental friendliness of production processes is increasing, which, within the framework of the concept of sustainable development and the ESG agenda, is of critical importance for petrochemical enterprises. At modern industrial enterprises, there is an urgent need to design and implement closed production cycles in management processes that increase the resource efficiency of production and industry as a whole. The purpose of the article is to develop a conceptual model for managing the process of transition of petrochemical enterprises to a closed cycle. The object of the study is petrochemical enterprises, the subject is production cycles. The objectives of the article are as follows: to describe the methodology for developing a management model for the process of transition of petrochemical enterprises to a closed cycle; present a description of a waste-free closed production process; build a design scheme for an absolutely closed or waste-free technological cycle. The results of the study made it possible to systematize the following conclusions: 1) a closed production cycle is proposed to be understood as a form of organizing the production of petrochemical products, in which production resources (raw materials, energy) are used repeatedly in the production process, having previously undergone cleaning, tooling, cooling, etc., returning the required quality of the production resource within the framework of this production technology with its subsequent entry to the first or previous stages of the value chain; 2) the specificity of the organization of a closed cycle in the petrochemical industry is associated with the formation of a significant amount of by-products during the main chemical process, which makes it possible to obtain by-products that can also be used in value chains (for example, mineral fertilizers, sulfuric acid, etc.). P.); 3) the advantage of chemical recycling is the possibility of processing mixed, multi-component and contaminated waste, as well as obtaining secondary raw materials that are practically indistinguishable in properties from the original primary raw materials, resulting in an unlimited number of processing cycles; 4) the basis of the conceptual model for managing the process of transition of petrochemical enterprises to a closed cycle is such management elements as the goal, criteria, subject and object of management, methods and tools of system engineering; problems of reorganization of production processes, as well as tasks and technologies for the transition to closed production processes. The theoretical significance of the study lies in the systematization of the conceptual foundations for managing the process of transition of petrochemical enterprises to a closed cycle, which will allow in further scientific research to develop practical aspects of managing the closure of production cycles, the transition to waste-free production at the micro level.

Keywords: closed production cycle, industrial production, petrochemical enterprise, resource saving, value chains, management model.

DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-3-77-83

EDN: KZMLHB

REFERENCES

1. *Koncepciya ustojchivogo razvitiya Koncepciya ustojchivogo razvitiya OON.* URL: <https://sdgs.un.org/goals> (data obrashcheniya: 15.12.2022)
2. *Barsegyan, N.V.* Specifika berezhlivoj organizacii struktury upravleniya neftekhimicheskimi predpriyatiem / N.V. Barsegyan // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk.* – 2020. – T. 22. – № 2 (94). – S. 100-106.
3. *Kudryavceva, S.S.* Nauchno-tehnicheskij potencial Rossii kak faktor ekonomicheskogo rosta v ekonomike znaniy / S.S. Kudryavceva, K.K. Neganov // *Ekonomicheskij vestnik Respubliki Tatarstan.* – 2016. – № 2. – S. 61-65.
4. *Kudryavceva, S.S.* Sistemnyj inzhiniring v razvitii vysokotekhnologichnoj promyshlennosti / S.S. Kudryavceva, M.V. SHinkevich, I.I. Ishmuradova // *Nauka i biznes: puti razvitiya.* – 2020. – № 9 (111). – S. 99-103.
5. *Nedel'chenko, S.I.* Sistema global'noj dinamicheskoj optimizacii i sistema optimizacii v real'nom vremeni: kriterii vybora sistemy upravleniya tekhnologicheskimi processami / S.I. Nedel'chenko, M.S. Gajfullin, E.S. Golovina, YU.A. Ergomyshev, V.A. Lavrent'ev, A.V. Komogorov // *Territoriya Neftegaz.* – 2019. – № 12. – S. 12-17.
6. *Hajrutdinov, I.R.* Cirkulyarnaya ekonomika neftekhimicheskij promyshlennosti / I.R. Hajrutdinov // *ZHurnal pravovyh i ekonomicheskijh issledovanij.* – 2020. – № 3. – S. 197-199.
7. *Gur'eva, M.A.* Mekhanizm adaptacii elementov cirkulyarnoj ekonomiki v biznes-model' promyshlennogo holdinga (na primere kompanii PAO «Sibur») / M.A. Gur'eva, V.V. Butko // *Kreativnaya ekonomika.* – 2021. – T. 15. – № 3. – S. 837-860.

Olga Minulina, Competitor at the Logistics and Management Department. E-mail: olga.minulina@bk.ru